DOCUMENTS OF THE FISHERY RESOURCES DIVISION OF FAO DEPARTMENT OF FISHERIES

Documents which are not official FAO publications are issued in several series. They are given a restricted distribution and this fact should be indicated if they are cited. Most of them are prepared as working papers for meetings, or are summaries of information for use of Member Governments, organizations, and specialists concerned. These series are the following:

FAO Fisheries Report **FIR/R (No.)**
FAO, Rapports sur les pêches
FAO Informes de pesca

Special groups of synopses are identified by symbols followed by classification numbers based on indexed code of "ASFA":

SAST	Data concerning certain species and fish stocks
MAST	Information on methods and subjects
OT	Oceanographic data
IT	Limnological data

DOCUMENTS DE LA DIVISION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES DU DÉPARTEMENT DES PÊCHES DE LA FAO

Des documents qui ne figurent pas parmi les publications officielles de la FAO sont publiés dans diverses séries. Ils font seulement l'objet d'une distribution restreinte, aussi convient-il de le préciser lorsque ces documents sont cités. Il s'agit le plus souvent de documents de travail préparés pour des réunions, ou de résumés d'information à l'intention des gouvernements des pays membres, ainsi que des organisations et spécialistes intéressés. Ces séries sont les suivantes:

FAO Fisheries Circular **FIR/C (No.)**
FAO, Circulaire des pêches
Circular de Pesca de la FAO

Des catégories spéciales de synopses sont identifiées à l'aide de symboles suivis des chiffres de classification basés sur le code d'indexation de la « ASFA »:

SAST	Données sur certaines espèces et populations de poissons
MAST	Renseignements sur des méthodes et des sujets
OT	Données océanographiques
IT	Données limnologiques

DOCUMENTOS DE LA DIRECCION DE RECURSOS PESQUEROS DEL DEPARTAMENTO DE PESCA DE LA FAO

Esta Dirección publica varias series de documentos que no pueden considerarse como publicaciones oficiales de la FAO. Todos ellos tienen distribución limitada, circunstancia que debe indicarse en el caso de ser citados. La mayoría de los títulos que figuran en dichas series son documentos de trabajo preparados para reuniones o resúmenes de información destinados a los estados miembros, organizaciones y especialistas interesados. Estas series son las siguientes:

FAO Fisheries Synopsis **FIR/S (No.)**
Synopsis FAO sur les pêches
Sinopsis FAO sobre la pesca

Grupos especiales de sinopsis se distinguen con las siglas siguientes, seguidas por números de clasificación que se basan en las claves de los índices de la «ASFA»:

SAST	Datos relativos a ciertas especies y poblaciones
MAST	Sinopsis sobre métodos y materias
OT	Sinopsis sobre oceanografía
IT	Sinopsis sobre limnología

FAO Fisheries Technical Papers **FIR /T (No.)**
Documents techniques FAO sur les pêches
Documentos técnicos de la FAO sobre la pesca

Special groups of Technical Papers are identified by:

RE	Indexed lists of experts and institutions drawn from Registers maintained by the Fishery Resources Division
IN	Provisional editions of inventories and lists of fishery data stored and maintained by the FAO Fishery Data Centre
CB	Lists of periodicals, special sections of "Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)," special bibliographies and papers concerning documentation problems
MFS	Provisional editions of "FAO Manuals in Fisheries Science"
WAFR	Provisional reviews of fisheries resources and their level of exploitation, by regions or by species groups, within the World Appraisal of Fishery Resources system

Some documents also have another identification, if, for example, they have been contributed to a meeting for which papers have been numbered according to another system.

Des catégories spéciales de documents techniques sont identifiées à l'aide des symboles suivants:

RE	Listes indexées d'experts et institutions tirées des registres tenus à jour par la Division des ressources halieutiques
IN	Editions provisoires des listes et inventaires concernant les données sur les pêches accumulées et mises à jour par le Centre de données halieutiques de la FAO
CB	Listes de périodiques, des sections spéciales de la «Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)», des bibliographies particulières et des articles sur les problèmes de documentation
MFS	Editions provisoires des «Manuels FAO de science halieutique»
WAFR	Synthèses provisoires des ressources halieutiques et leur niveau d'exploitation, préparées, par régions ou groupes d'espèces, dans le cadre du Programme mondial pour l'évaluation des ressources halieutiques

Certains documents portent parfois d'autres numéros d'identification, par exemple s'ils ont été préparés pour une réunion dont les documents ont été marqués à l'aide d'un autre système.

Grupos especiales de documentos técnicos se identifican por las siglas siguientes:

RE	Listas índices de expertos y de instituciones tomadas de los registros que se llevan en la Dirección de Recursos Pesqueros
IN	Ediciones provisionales de los inventarios y listas de datos de pesca acumulados y guardados por el Centro de Datos Pesqueros de la FAO
CB	Listas de periódicos, secciones especiales de la «Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)», bibliografías especiales y trabajos relativos a los problemas de documentación
MFS	Ediciones provisionales de los «Manuales de la FAO de Ciencias Pesqueras»
WAFR	Reseñas provisionales de los recursos pesqueros y de su estado actual de explotación, por regiones o por grupos de especies, en el marco del sistema mundial para la evaluación de los recursos pesqueros

Algunos documentos tienen también otra identificación si, por ejemplo, son contribuciones a una reunión cuyos documentos han sido marcados con arreglo a otros sistemas.

Documents techniques FAO sur les pêches, No. 118 FIRM/T118(Fr)
(Distribution restreinte) MFS - Introduction à la science halieutique

MANUEL DE SCIENCE HALIEUTIQUE

PREMIERE PARTIE - INTRODUCTION A LA SCIENCE HALIEUTIQUE

par

G.L. Kesteven
Directeur de projet
Projet de recherche et de développement des pêcheries
Apartado Postal 3734
Lima, Peru

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'AGRICULTURE ET L'ALIMENTATION
Rome, juillet 1974

PREPARATION DU PRESENT DOCUMENT

Cette publication fait partie d'une série de "Manuels de science halieutique" de la FAO. Elle a été préparée par M. G.L. Kesteven en tant qu'introduction à cette série, et se base sur des conférences qu'il a données à plusieurs reprises et dernièrement au Centre de formation FAO/DANIDA en méthodologie de la science halieutique (biologie) qui s'est tenu à Frederikshavn, Danemark, du 28 août au 22 septembre 1972.

La présente version est provisoire et a été établie, en premier lieu, à l'usage des centres de formation FAO ou associés, des projets FAO hors siège et pour distribution limitée aux spécialistes dont les commentaires serviront de base à l'édition révisée prévue que nous espérons publier dans les langues officielles de la FAO. Dans l'édition définitive, on tiendra compte, en outre, des expériences acquises au cours de l'emploi de la présente version aux fins d'enseignement. Les commentaires doivent être adressés à la Sous-Direction de biologie et du milieu marin.

Distribution:

Département des pêches, FAO
Fonctionnaires régionaux des pêches
Centre de formation FAO/DANIDA en méthodologie de science halieutique
Centre de formation FAO/CNEXO en évaluation des stocks

Référence bibliographique:

Kesteven, G.L. (1974)
Doc.Tech.FAO Pêches, (118):45 p.
Manuel de science halieutique. Première partie. Introduction à la science halieutique

A/G. Research philosophy. Fisheries sciences - theory, methodology, systems. Fisheries structure - units. Research programmes - organisation, sectors, development. Fisheries biology. Fisheries technology. Fisheries economics. Operations research. Applications.

PREFACE

Un traité de science halieutique doit, à mon point de vue, donner un exposé détaillé des théories que soutiennent les hommes de science qui se consacrent à la science halieutique, en ce qui concerne les systèmes qu'ils étudient, ainsi qu'une énumération complète des techniques utilisées dans leur étude de ces systèmes, étant entendu évidemment qu'elle doit contenir de nombreux renseignements sur ces systèmes, sans constituer toutefois une encyclopédie en la matière. Il est probable que les manuels de cette série en viendront à représenter éventuellement un traité en la matière.

Le présent document ne constitue certainement pas le traité en question, ni même un résumé de celui-ci. Etant donné qu'il s'agit là d'une introduction, son objet est de présenter un cadre général de la portée et des applications de la science halieutique et de suggérer les rapports établis, ou qui doivent s'établir, entre les diverses branches de cette science puisqu'il est évident qu'elle est ramifiée. Il y a peu de temps encore, il n'était pas tellement évident que la pêche constituant un système biotechnique et socio-économique, une description de n'importe quelle pêcherie devait considérer ses facteurs biotiques, techniques, sociaux, et économiques. Jusqu'à un certain point, la science halieutique à son niveau synoptique et consultatif, constitue une modalité de la recherche appliquée aux opérations, une science qui a été définie par l'Association américaine de la recherche appliquée aux opérations (Operations Research Society of America) comme une science consacrée à la description, compréhension et prévision du fonctionnement des systèmes homme-machine agissant dans des environnements organisés.

Lorsque l'on écrit au sujet de la science halieutique dans le sens indiqué plus haut, il faut affronter les difficultés qui découlent du cantonnement de la biologie halieutique. Une proportion écrasante des textes publiés sur les pêches traitent des ressources halieutiques et la grande majorité de ceux qui travaillent dans les pêcheries sont des biologistes - en tout cas, ceux qui rédigent des textes sur ces systèmes. Il est normal que prévaille l'impression que ce qui a été écrit par les biologistes halieutiques constitue tout l'historique de la science halieutique; cette impression est encore renforcée par le fait que les biologistes halieutiques ont évidemment des connaissances approfondies des engins de pêche et par l'habilité avec laquelle ils analysent les données relatives à l'effort de pêche. Cependant, comme on le démontre dans le présent document, la portée de la science halieutique est un peu plus vaste que le simple compte-rendu du comportement des ressources face à l'exploitation, en acceptant comme inexplicables et établies les différences de quantité, d'intensité et d'efficacité de l'effort de pêche, outre les différences de caractère abiotique ou autre de ces systèmes.

Le présent essai n'est donc qu'une introduction à cette science qui tend à démontrer ce qu'elle représente, quels sont les systèmes dont elle traite et de quels aspects de ces systèmes, comment elle vient accroître les connaissances desdits systèmes. Ce n'est pas un manuel de méthodes particulières, ni une encyclopédie de systèmes; on ne s'y aventure pas à formuler des conclusions sur les systèmes étudiés par les hommes de science halieutique ni sur les applications des résultats de ces études.

		Page
1.	LA SCIENCE HALIEUTIQUE EN TANT QU'ELEMENT DE LA SCIENCE	1
	1.1 Ce qu'est la science	1
	1.2 Ce qu'est la science halieutique	5
	1.3 Un aperçu historique de la position de la science halieutique	6
	1.4 La science halieutique est orientée vers une mission	10
	1.5 Le rôle de l'hypothèse	11
2.	LES SYSTEMES ETUDIES PAR LES HOMMES DE SCIENCE HALIEUTIQUE	16
	2.1 Généralités	16
	2.2 Les systèmes unitaires de la science halieutique	17
	2.3 Opérations des systèmes	19
	2.4 Description d'une pêcherie unitaire	20
	2.5 Modèle généralisé d'une pêcherie	22
	2.6 Diagnose des pêcheries d'un pays	29
3.	STRATEGIE ET PROGRAMMES DE RECHERCHE DE LA SCIENCE HALIEUTIQUE	30
	3.1 Généralités	30
	3.2 Quelles sont les branches de la science halieutique?	30
	3.2.1 Biologie halieutique	32
	3.2.2 Technologie halieutique	32
	3.2.3 Economie halieutique	32
	3.2.4 Recherche appliquée aux opérations	32
	3.3 Les limites d'opération de la recherche appliquées aux sciences halieutiques	33
	3.4 Programmes de science halieutique	34
	3.5 Le choix des projets de recherche	36
4.	APPLICATIONS DES RESULTATS DE LA SCIENCE HALIEUTIQUE	37
	4.1 Généralités	37
	4.2 Fonction de la décision	37
	4.3 Historique d'une pêcherie	38
	4.4 Régimes de développement et d'opérations	42
5.	REFERENCES	45

1. LA SCIENCE HALIEUTIQUE EN TANT QU'ELEMENT DE LA SCIENCE

Si l'on veut devenir un spécialiste halieutique, il faut être prêt à consacrer au moins autant d'attention à l'acquisition de connaissances sur les pêcheries qu'au simple fait de devenir un savant. Certains insisteront sur le premier aspect, d'autres sur le second. Ce n'est peut-être qu'une question d'opinion. Toutefois, si l'on croit qu'un homme de science qui s'occupe de systèmes de pêcherie doit avoir des connaissances pratiques desdits systèmes et que ceux qui les administrent doivent, pour que leurs efforts soient couronnés de succès, maintenir un respect scientifique pour les faits, il ne semblerait pas inopportun, dans ce cas, de tenter de présenter un point de vue équilibré des deux aspects. Cependant, étant donné que le présent document se rapporte à la science halieutique et non pas, par exemple, à l'administration des pêcheries, nous aborderons le sujet d'une manière scientifique et commencerons par examiner la position de la science halieutique par rapport aux autres sciences.

1.1 Ce qu'est la science

L'éthymologie du mot "science" remonte au "savoir", mais puisque le savoir n'est pas l'apanage des savants, nous ne pouvons pas présumer que les activités d'un savant se distinguent de celles d'autres personnes par le simple fait de savoir. Cependant, cette signification du mot offre un indice si nous admettons que le savoir peut revêtir plusieurs formes; et bien entendu, dans la conversation courante, nous disons couramment "Je le connais bien", "Je le connais à peine", "Je sais cela par expérience personnelle", "Ceci a été porté à ma connaissance d'une source digne de foi", et ainsi de suite. De même, c'est une expérience familière d'observer que les différents individus connaissent des sujets différents, et qu'ils les connaissent à des degrés différents; c'est pourquoi nous pouvons nous demander si les hommes de science connaissent des sujets particuliers et s'ils les connaissent d'une manière particulière. La plupart des gens ont également une idée de ce que sont les connaissances scientifiques et si nous devions faire une sorte d'enquête sur les opinions en la matière, nous arriverions probablement à un accord relativement général sur ce que sont les connaissances scientifiques:

(a) faire des découvertes; le point de vue populaire quant au savant faisant des découvertes est correct: un savant travaille aux limites de l'expérience et sa contribution scientifique vient de ce qu'il augmente les connaissances, et de ce qu'il élargit la compréhension;

(b) explicative; un savant ne fait pas un simple rapport de ses observations, il va au-delà de ses observations pour les analyser et les interpréter, pour expliquer, s'il le peut, comment ce qu'il a observé s'est produit;

(c) prophétique; parce qu'il est vraisemblable qu'il puisse, s'il est capable d'expliquer comment certains événements se produisent, prédire la date, le lieu et la manière dont ils se reproduiront dans l'avenir;

(d) recueillant avec à-propos l'expérience antérieure; le fait de se trouver à la limite de l'expérience ne veut pas dire qu'il faille tourner le dos à ce qui a eu lieu ou fut acquis dans le passé; au contraire, chaque nouvelle découverte est construite avec outils façonnés par les découvertes antérieures;

(e) vérifiable et qui peut être démontrée; la science n'est pas secrète; ce qui se réalise en secret peut être valide, mais jusqu'à ce que cela soit publié et soumis aux critiques, cela reste un secret; l'examen critique des savants de toutes parts constitue l'épreuve de la vérité qui permet d'en intégrer les résultats au sein des connaissances scientifiques ou de les rejeter;

(f) systématique et organisée; parce que s'il n'en était pas ainsi, elle ne pourrait pas posséder les autres caractéristiques.

On peut donc se demander si la connaissance est scientifique uniquement au cas où elle présente toutes ces caractéristiques et réciproquement, si seule la connaissance scientifique possède ces caractéristiques. La réponse est affirmative dans les deux cas, avec un sens quelque peu différent dans chaque cas, bien que les deux réponses convergent vers un seul point: la connaissance est qualifiée de scientifique si, toujours et seulement si, elle possède ces caractéristiques, soit qu'elles aient été acquises par des savants, soit par des personnes qui ne prétendent pas être des savants.

Si nous acceptons que la connaissance scientifique se distingue parce qu'elle possède ces caractéristiques, nous pouvons dire que l'activité scientifique se distingue, en premier lieu, par le fait qu'elle est consacrée à l'obtention de cette sorte de connaissances et, en second lieu, par l'observance par ceux qui réalisent ces activités, de certaines règles et principes sans lesquels les résultats de leurs activités ne seraient pas scientifiques. Ces règles veulent que l'activité soit disciplinée et logique, et conduite avec honnêteté[1/]. Il s'ensuit que, pour être scientifiquement actif, il suffit d'observer ces règles et principes; c'est-à-dire que posséder un diplôme universitaire n'est une condition ni suffisante ni nécessaire, bien qu'il soit évident que cela y contribue; mais, d'un autre côté, l'observance seule de ces règles et principes ne garantit pas la réalisation d'une contribution scientifique: la formation, l'habilité, l'imagination, la persévérance et bien d'autres qualités personnelles entrent en jeu.

Jusque-là, nous avons fait une distinction entre la science comme connaissance, avec ses diverses caractéristiques particulières, et la science comme activité (également avec ses caractéristiques spéciales), orientée vers l'acquisition de la connaissance scientifique. Nous pouvons encore distinguer la science comme profession: c'est ce que font ceux qui, sur la base de leur formation universitaire ou autre, occupent des postes dans lesquels ils se consacrent à des activités scientifiques dont le résultat, par définition, devrait être l'acquisition de connaissances scientifiques. Toutefois, personne, à l'heure actuelle, ne devient un savant universel - au contraire, il devient de plus en plus nécessaire de se spécialiser, ceci étant un aspect de l'organisation scientifique qui est sujet non seulement à la limitation pratique du champ d'activité, mais encore à la spécification logique des catégories de systèmes. En ce qui concerne les opérations, les avantages de la spécialisation sont considérables et résident, de manière plus significative, aux niveaux plus profonds des concepts qu'à celui de la planification et de la réalisation des travaux de laboratoire et pratiques, un point que nous examinerons plus en détail maintenant.

La connaissance que nous poursuivons au moyen de la recherche scientifique se rapporte à des choses et des événements du monde réel. "Les choses" (objets et êtres vivants) sont des systèmes, et les événements constituent des changements d'état de ces systèmes. Les systèmes diffèrent par leurs dimensions (l'océan et la mare) et par leur complexité - depuis une quantité de liquide pur à un organisme, et, de là, à une organisation sociale.

En étudiant un système, un homme de science essaie de donner une idée de sa structure et de décrire son fonctionnement. En fait, aucun système sur lequel nous pouvons travailler n'est vraiment fermé; c'est-à-dire que chaque système maintient une relation avec d'autres systèmes et, par conséquent, chaque système se compose de systèmes d'ordre inférieur, et est lui-même un système-membre d'un système d'un ordre supérieur. Donc, un organisme se compose d'organes composés eux-mêmes de tissus, et ceux-ci se composant de cellules qui, à leur tour, se composent de molécules; mais, en même temps, un organisme est membre d'une communauté et occupe un habitat.

1/ Cette déclaration peut paraître à certains comme réfutée par l'évidence de "The Double Helix"; mais quelque évidence que ce livre peut offrir quant au manque de discipline ou à la malhonnêteté, se réfère aux relations personnelles, et non pas à l'activité intellectuelle

Donc, il doit être évident que si nous devions suivre chaque relation qui s'établit et continue, à partir de quelque chose qui a attiré notre attention, nous arriverions éventuellement, bien que théoriquement seulement, à toucher chaque élément de l'univers. En commençant par un simple organisme, nous partons de celui-ci et arrivons à sa communauté et à son habitat et à tous les éléments biotiques, physiques et chimiques qui l'affectent, mais étant donné que ceux-ci, à leur tour, ont leurs propres rapports, nous pourrions ainsi continuer indéfiniment; en partant à l'inverse, nous devrions arriver éventuellement aux atoms et autres structures physiques qui le composent.

Toutefois, une telle entreprise étant évidemment impraticable, un homme de science spécifie un ensemble de choses et événements beaucoup plus limité dont il répondra. Ainsi, par exemple, il peut entreprendre la description de la manière dont certains poissons croissent et il ne s'engage pas pour autant à donner des renseignements sur la croissance d'autres organismes. En outre, par l'expression "manière dont certains poissons croissent", il peut stipuler qu'il donnera des renseignements uniquement sur certains aspects de la croissance de ces poissons; par exemple il peut vouloir dire uniquement par "manière" comment la masse totale change d'une unité de temps à l'autre, et peut exclure les changements de forme; il peut également exclure les processus nutritionnels et métaboliques qui sont à la base de ces changements de masse. De plus, il peut spécifier un degré d'exactitude qu'il essaiera d'atteindre dans sa description.

Donc, un biologiste qui entreprend de faire rapport sur les caractéristiques de la croissance des individus d'une espèce particulière ne s'engage pas à décrire les changements de biomasse d'une population de cette espèce; étant donné que, pour ce faire, il aurait besoin d'autres données sur la mortalité et la reproduction, il s'engage encore moins à faire des prévisions, sur la base de ses résultats personnels, en ce qui concerne la capture qui peut être prélevée de ladite population, puisqu'il aurait également besoin des renseignements relatifs aux engins de pêche. Cependant, au cours de la présente discussion, nous sommes passés par différents niveaux des systèmes - de l'organisme aux pêcheries en passant par la population; des ensembles divers de méthodes de recherche sont nécessaires à chaque niveau, selon la structure et le comportement du système et selon les aspects du système que le savant choisit ou qu'on lui donne comme sujet d'étude.

La spécialisation signifie, donc, la sélection d'une classe de systèmes et des caractéristiques particulières de cette classe auxquelles l'homme de science consacrera ses efforts. Ceci semble impliquer que la spécification d'une classe particulière de systèmes et des caractéristiques spéciales de cette classe spécifiée est un choix aisé, mais il en est rarement ainsi. Le problème réside dans la définition des limites de l'étendue d'un représentant individuel d'une classe; nous pouvons représenter ce problème de la façon suivante: si nous avons devant nous un spécimen mort d'une espèce particulière, nous pouvons étudier sa forme, son anatomie, son histologie, etc., et, entre autres caractéristiques de ce corps, la force qu'exerce sa masse sur la superficie sur laquelle il repose peut être ignorée dans de telles études; les limites de ce système sont donc tout à fait apparentes. Lorsque, toutefois, nous nous trouvons face à un spécimen vivant de ladite espèce, nous voyons un système différent dont la distribution de poids, s'il s'agit par exemple d'un éléphant, est importante. Quelles sont donc les limites d'un organisme vivant individuel - les limites de son influence et où se trouvent les limites extérieures des systèmes qui exercent une influence sur celui-ci? La réponse se trouve dans le but de l'étude: par exemple, si nous voulons savoir, dans le cas de l'éléphant, ce qui a trait à l'éléphant lui-même, ou à l'effet qu'il produit sur les plantes et autres animaux, ou quelque chose d'une plus vaste étendue encore; c'est-à-dire, dans le premier cas, nous pouvons prévoir le comportement de l'éléphant, dans le second, le comportement de la communauté naturelle à laquelle il appartient et dans le troisième cas, le comportement de quelque système plus vaste.

Nous pouvons dire qu'un système est un assemblage d'éléments suivant des rapports significatifs, mais nous devons nous rappeler que, dans le but de donner une idée d'un système, nous devons non seulement évaluer les rapports qui prévalent entre les éléments entre eux, mais encore les rapports qu'ils maintiennent avec le système lui-même et son contexte et qui influencent son fonctionnement. Si l'on regarde de l'extérieur un système et les éléments

qui l'influencent, nous identifions, en premier lieu, un ensemble d'éléments qui exercent un effet direct; au-delà de cet ensemble, il en existe un autre, et au-delà de ce dernier, d'autres encore. D'une manière très simple, nous représentons cette situation à la Figure 1, dans laquelle les éléments du premier ensemble sont ceux qui exercent une influence directe sur le système-objet, tandis que ceux du deuxième ensemble exercent une influence sur ceux du premier ensemble, et ainsi de suite. Par définition, donc, la signification relative des systèmes peut être représentée de la façon suivante $S_3 < S_2 < S_1 \longrightarrow$ SO, dans laquelle S_3, S_2 et S_1 sont les ensembles de systèmes et OS le système-objet. Le point de savoir si nous devons maintenant énoncer des observations au sujet de S_3, dépend des influences qu'exerce S_3 sur S_2 et selon que celles-ci occasionnent des changements importants de l'effet de S_2 sur S_1 affectant de manière significative l'effet de S_1 sur OS; ceci étant valable d'ailleurs pour des systèmes plus éloignés tels que S_4, S_5, etc.

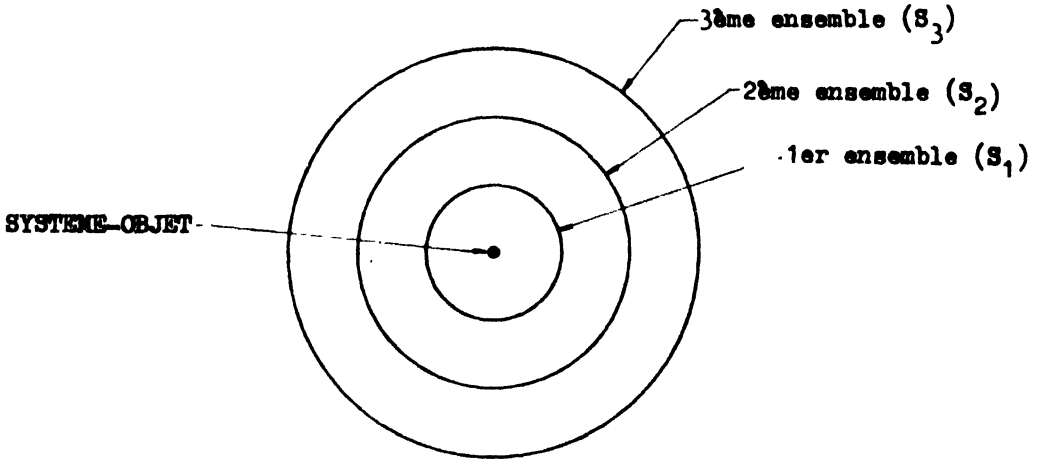


Figure 1. Effet relatif de systèmes connexes sur le système-objet

Donc, en ce qui concerne le SO lui-même, nous pouvons dire, en principe, que ses limites extérieures quant aux influences qu'il exerce, s'établissent au point à partir duquel les changements que ses influences provoquent sur les systèmes environnants, ne modifient plus de manière significative leurs influences sur celui-ci. C'est-à-dire que si le SO peut affecter S_2, disons, au point où, en raison des changements en découlant dans le rapport $S_2 \longrightarrow S_1$, des changements significatifs s'opèrent dans le rapport $S_1 \longrightarrow$ OS, nous nous trouverons dans l'obligation de faire des observations au sujet des éléments de l'ensemble S_2.

Une fois encore, nous n'affirmons pas que tout ceci soit aisé: en vérité, l'identification de tels ensembles d'éléments et des rapports qui existent entre eux, et ensuite l'évaluation de la signification de chaque rapport constituent une très grande partie de l'activité scientifique. Il est évident, toutefois, que plus nous pourrons identifier le système-objet avec précision et plus nous pourrons nous montrer spécifiques quant aux caractéristiques de ce système qui présentent un intérêt pour nous, et plus précis seront nos critères pour définir quelles peuvent être les relations significatives entre ces ensembles.

1.2 Ce qu'est la science halieutique

Du point de vue de ce système, donc, l'une des façons d'identifier les limites d'une science particulière et, ensuite de démontrer ce à quoi elle a trait, est de considérer les systèmes étudiés par ceux qui l'exercent.

Les biologistes étudient tous les systèmes qui démontrent les propriétés de la matière vivante, et les subdivisions de cette science sont fixées selon les groupes que nous établissons sur la base des manifestations de la matière vivante. Une méthode de subdivision se base sur les différentes catégories d'organismes vivants qu'il nous est possible de reconnaître; de cette façon, nous distinguons, en premier lieu, entre la botanique et la zoologie et, dans le cadre de chacune d'entre elles, nous identifions les spécialisations selon les groupes phylétiques, génériques ou autres de ces organismes. Une autre méthode de subdivision consiste à suivre la hiérarchie biotique, c'est-à-dire que nous pouvons étudier les organismes ou organes, ou tissus, ou cellules, ou molécules de la matière vivante, et pour chacun d'entre eux, nous pouvons faire une subdivision supplémentaire en distinguant entre la structure et la fonction, en commençant par l'anatomie, d'une part, et la physiologie, d'autre part, et en continuant par l'histologie, la cytologie et les systèmes structurels similaires, et par la biochimie et la biophysique comme spécialisations dans l'étude de la fonction.

Une autre façon de réunir les sciences par groupes a trait aux objectifs de l'organisation de l'activité scientifique qui est un cas particulier de la sélection des caractéristiques du système-objet dont on a discuté plus haut. L'un des groupes principaux établis de cette manière est celui des sciences appliquées ou orientées vers une mission. La science forestière s'occupe des arbres: ceci ne correspond à aucun groupe taxonomique ni à aucune division basée sur la hiérarchie biotique ou la distinction entre structure et fonction. Les spécialistes en forêts étudient les arbres parce qu'ils représentent d'importantes ressources pour l'homme, et, par conséquent, ils incorporent dans leur champ d'études n'importe quelle subdivision possible de la biologie de ces plantes dont le "aionomorphe" adulte est un arbre; et ils le font, en ayant pour objectif de réaliser l'inventaire le plus complet des forêts, afin d'aider ceux qui les exploitent à mener leurs travaux de la manière la plus efficace pour répondre aux besoins de l'homme. Il en est de même de la science halieutique dont l'objectif est de guider ceux qui travaillent dans les pêcheries.

Cependant, les systèmes halieutiques présentent certaines caractéristiques très particulières qui ne se manifestent pas dans d'autres systèmes de ressources-exploitation, et qui découlent de certains traits des ressources et des circonstances dans lesquelles les activités sont réalisées, et qui ont une influence considérable sur ce que doit accomplir la science halieutique. Brièvement, les ressources sont généralement invisibles et propriété de la communauté; les circonstances de l'exploitation comportent des risques considérables; le produit est extrêmement périssable. Pour ces raisons et d'autres caractéristiques, n'importe quelle tentative de décrire le comportement des systèmes halieutiques, que ce soit au niveau des ressources ou sur un plan plus élevé, doit prendre connaissance des éléments techniques et sociaux.

Dans la mesure où toute définition de la science peut laisser prévoir, il n'y a aucun motif pour stipuler qu'il existe quelque chose qui échappe au domaine de la recherche scientifique; mais la science s'étant occupée principalement depuis si longtemps de la nature, c'est-à-dire des <u>choses</u> qui forment le monde et l'univers, nous nous sommes habitués à penser que les sciences naturelles constituaient toute la science. Cependant, il n'y a aucune raison pour que l'homme lui-même, avec ses institutions et ses activités, ne fasse pas l'objet d'un examen scientifique. Ce point de vue revêt un caractère d'urgence particulier en ce qui concerne la science appliquée aux pêches. Les systèmes que nous étudions dans la science halieutique constituent certaines ressources naturelles et les pêcheries en tant qu'institutions humaines sous tous leurs aspects.

L'expression "ressources naturelles" qui sert de premier critère pour spécifier les limites de la science halieutique, comporte un certain nombre d'implications importantes. En économie, une "ressource" est n'importe quoi, y compris les propres efforts, que l'homme peut utiliser à ses propres fins. En écologie, une ressource est n'importe quel élément qu'un organisme peut utiliser pour ses propres buts. L'homme lui-même est, bien entendu, un organisme et l'utilisation qu'il fait d'autres organismes et de matériaux inorganiques à ses propres fins est, strictement parlant, un phénomène écotique. Cependant, l'utilisation de ressources par l'homme diffère de celle que font d'autres organismes des leurs parce que, de par sa nature, l'homme est capable de planifier l'utilisation de ses ressources et il est capable de le faire parce que, sur la base de ses travaux scientifiques sur lesdites ressources, il peut comprendre et contrôler son effet sur celles-ci, et, dans certains cas, intervenir et influer sur ces ressources; en outre, il a la capacité de s'abstenir d'utiliser certaines ressources et de diriger leur exploitation de façon à tirer le profit maximum de ces ressources, non seulement dans l'immédiat, mais encore pendant une certaine période; ainsi, son administration de cette exploitation est déterminée par des considérations que nous appelons économiques, sociales et même morales qui n'existent pas aux autres niveaux biotiques.

Ces caractéristiques qui distinguent l'exploitation des ressources par l'homme déterminent le caractère de la science halieutique: cette science ne peut se limiter à l'étude de l'environnement écotique de l'exploitation par l'homme, mais, étant donné qu'elle s'occupe des pêches en tant que systèmes intégraux, elle doit également s'occuper des éléments non écotiques de ces systèmes. C'est pourquoi la science halieutique se compose, en dehors des sciences qui ont trait aux ressources mêmes et aux effets que les activités de l'homme produisent sur ces ressources, des sciences qui se rapportent à la technologie toute entière que l'homme déploie pour leur exploitation, à ce qui repose au-delà de cette technologie et au-delà de son intervention, en considérant les réactions physiologiques ou écotiques de l'homme lui-même. De plus, la science halieutique s'occupant de l'utilisation des ressources dans un sens plus large que "ce que l'on retire d'une ressource" simplement, se rapporte également à la technologie de la transformation, de l'emmagasinage, de la manipulation et de la vente de ce qui est extrait des ressources, à la comptabilité et à la fonction-décision nécessaires pour gérer cette technologie. Par conséquent, le système auquel la science a trait peut être représenté (en termes de la Figure 1) par la Figure 2, où

$OS_{poisson} = OS_1(\text{ressource}) - OS_2(\text{unité de pêche}) - OS_3(\text{unité de transformation}) - OS_4(\text{unité de distribution})$

1.3 Un aperçu historique de la position de la science halieutique

L'une des méthodes pour étudier un système humain consiste à examiner son histoire en recherchant, par là, comment cette institution en est venue à posséder les diverses caractéristiques qu'elle manifeste. Cette sorte d'étude revêt un intérêt particulier pour l'analyse du progrès scientifique et a été l'objet dernièrement d'une attention particulière dans le travail de Thomas S. Kuhn.

Selon Kuhn, la science fait des progrès non par la simple accumulation d'informations et d'idées, c'est-à-dire qu'elle ne progresse pas comme croît un cristal par l'addition progressive de nouveau matériau; son idée de ce progrès de la science par une série de révolutions est exposée longuement dans un livre intitulé "La structure des révolutions scientifiques". Selon lui, chaque science en particulier est possédée par ce qu'il appelle un "paradigm" qui constitue son propre ensemble de descriptions et de théories relatives aux systèmes auxquels il est appliqué, et les méthodes pratiques utilisées dans leur étude. Chaque "paradigm" reflète nécessairement les caractéristiques des systèmes auxquels il a trait et, par conséquent, "l'acuité" d'un "paradigm" dépendra dans un certain degré de la précision d'identification de ces systèmes. Il s'ensuit que chaque pas en avant dans la taxonomie d'une catégorie de systèmes - auquel contribue l'observance d'un "paradigm" en soi - amènera un développement ultérieur du "paradigm" et que le progrès taxonomique conduit à la division de la science relative à cette catégorie de systèmes, à la suite duquel le progrès, dans chaque division indépendante, contribue à la taxonomie des systèmes et à la plus grande précision de la science générale.

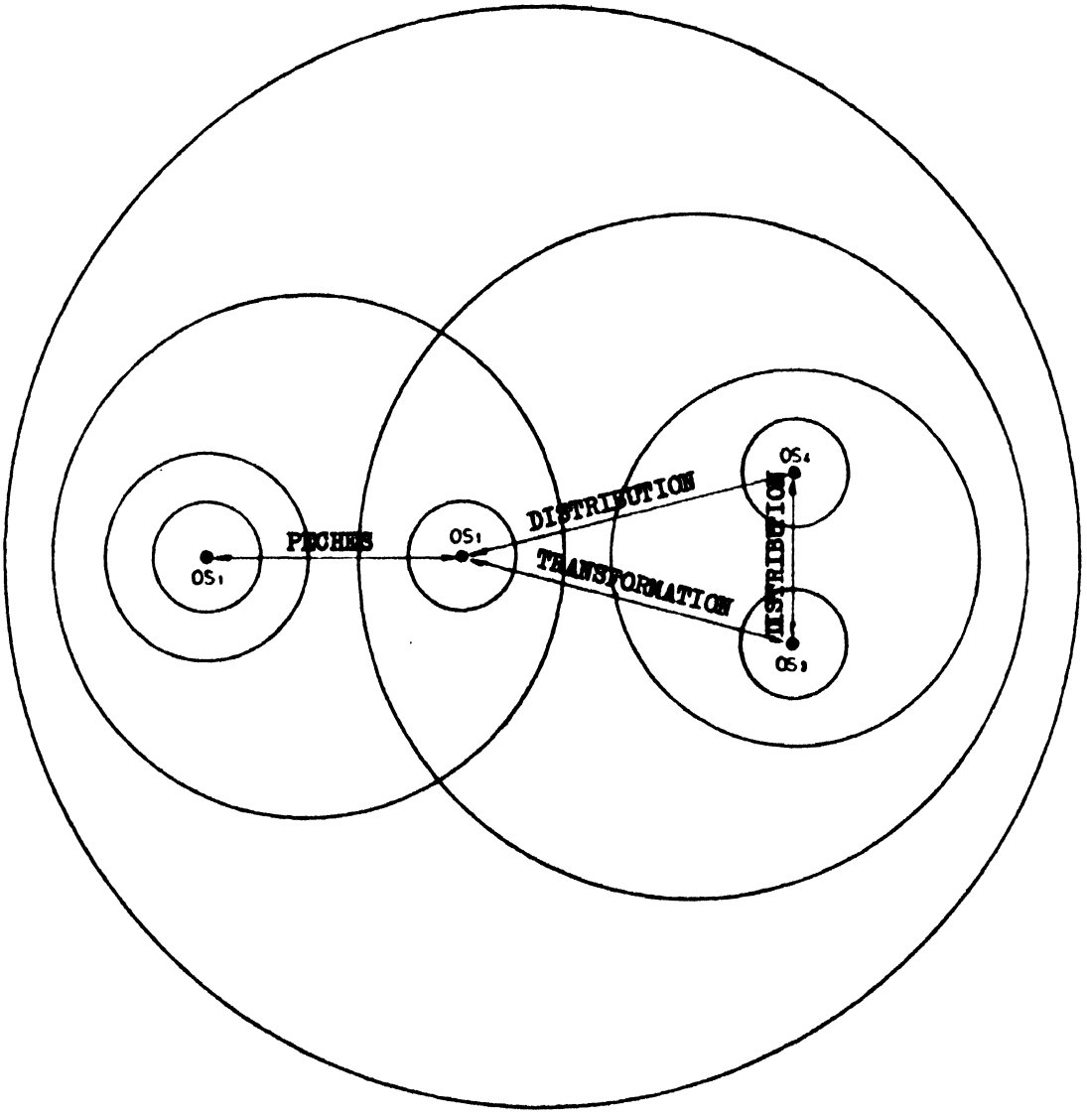


Figure 2. Effets chevauchants des systèmes-objet connexes

La science moderne hérita des anciens un ensemble de descriptions du monde naturel et des idées y relatives, que nous pouvons considérer comme ayant été un "paradigm". Pendant bien des siècles, une telle activité scientifique consistait à élargir la description et classification des phénomènes du monde naturel, de ses organismes, roches et cristaux, ses masses aquifères et son atmosphère. Ensuite, les gens commencèrent à se spécialiser dans des ensembles particuliers de systèmes et chaque groupe prit de l'héritage des anciens les matériaux qui avaient trait aux systèmes qu'il avait choisis comme sujet d'étude; ils commencèrent à élaborer les premières descriptions et idées, et chaque groupe construisit un nouveau "paradigm" particulier. Dans le cadre de ce domaine particulier, les vues sur les systèmes n'étaient pas toutes semblables, mais au bout d'un certain temps, un ensemble particulier d'idées parut à la majorité des savants plus plausible que le "paradigm" prédominant jusque-là. A partir de ce moment, les travaux qui suivirent immédiatement furent réalisés conformément à ce "paradigm", selon ses théories, descriptions et pratiques.

A ce stade de l'histoire d'un domaine particulier de la science, la plupart des gens, sinon leur majorité, réalisent ce que Kuhn appelle la recherche convergente, parce que leurs réalisations s'exécutent conformément aux théories de ce "paradigm", en ajoutant des connaissances aux ensembles de descriptions existants et qu'ils utilisent des méthodes qui ont été approuvées: leurs travaux sont convergents dans le sens qu'ils tendent à confirmer les résultats du "paradigm".

Mais ensuite, comme dit Kuhn, quelque temps après, quelqu'un ou plusieurs personnes observent que certains phénomènes ou certaines caractéristiques du système ne semblent pas correspondre à la relation fournie par le "paradigm" établi et ils commencent à se consacrer à l'étude, non de ce qui est conforme à celui-ci, mais au contraire de ce qui ne s'y conforme pas. Ils étudient les exceptions et, ce faisant, ils commencent à mettre en doute les lois et exigences du "paradigm" établi. Ils accumulent les preuves et faits matériels qui ne concordent pas avec les descriptions du "paradigm" établi et commencent à appliquer de nouvelles pratiques; selon la terminologie de Kuhn, il s'agit là de la recherche divergente. Puis un conflit éclate entre ceux qui suivent et défendent le "paradigm" établi et ceux qui effectuent les recherches nouvelles. A ce stade, c'est une obligation pour l'institution, de ceux qui adhèrent à l'ancien "paradigm", de contester tout ce qu'avancent ceux qui effectuent la recherche divergente. C'est leur obligation de critiquer, parce que le processus de la critique constitue l'essence même de la science; c'est là le procédé de maîtrise selon lequel la qualité des éléments nouveaux est mise à l'épreuve. Si ceux-ci sont bons et passent le test de l'expérience, ils sont assimilés au code de la science; mais, ce faisant, ils déplacent l'ancien "paradigm" et sont acceptés comme nouveau "paradigm". Ceux qui ont révélé ce nouveau "paradigm" avancent de nouvelle théories, donnent des descriptions des systèmes qui diffèrent des anciennes en raison de la portée plus vaste du nouveau "paradigm", et offrent un nouvel ensemble de pratiques pour l'étude de ces systèmes. Le cycle recommence donc complètement; la recherche convergente s'ensuit pour renforcer, élargir et fortifier le nouveau "paradigm", mais au bout d'un certain temps, apparaît une nouvelle recherche divergente et ses résultats ont maintenant la possibilité de contester ce qui est devenu à présent l'ancien "paradigm".

Cet exposé de Kuhn englobe des arguments en faveur des hypothèses erronées; sa description de l'histoire de la science suggère que chaque hypothèse est fausse dans le sens qu'un jour ou l'autre, elle sera contestée et déplacée, et il donne un compte rendu précieux de l'utilité de certaines fausses hypothèses passées, par exemple, la théorie du phlogistique. Celles-ci ont servi de moyen d'orienter et d'organiser les travaux de recherche et il en est résulté une accumulation d'une vaste quantité de matériaux qui, lorsqu'ils ont été analysés par ceux qui se sont engagés ultérieurement dans des recherches divergentes, ont permis de rejeter la vieille théorie.

La science halieutique n'a pas expérimenté de révolution spectaculaire du type dont parle Kuhn; son histoire a constitué un processus d'évolution relativement lent. Certaines des révolutions dont parle Kuhn provinrent de la tension exercée par des besoins économiques pour obtenir une meilleure description de certains systèmes, d'autres dérivèrent de quelque stimulation intellectuelle. La science halieutique a connu une lente évolution, en partie au moins parce que, il y a peu de temps encore, ses résultats n'étaient pas très recherchés; peut-être parce qu'il n'y avait pas de grandes convictions quant à son applicabilité.

Nous pouvons dire que la science halieutique a débuté au moment de l'expédition du Challenger, au milieu du siècle dernier. Ce que nous considérons comme la biologie halieutique, et qui constitue même aujourd'hui sans nul doute la plus grande partie de la science halieutique, a pris naissance aux environs de 1860 ou 1870 en Allemagne, en Scandinavie et en Grande-Bretagne, dû surtout au caractère d'urgence de certains besoins économiques de l'époque. De nombreuses enquêtes publiques ont eu lieu dans la seconde moitié du siècle dernier, en particulier en Grande-Bretagne, afin de connaître les raisons de certains changements fort spectaculaires dans l'industrie des pêches. Il est intéressant de lire les rapports de ces commissions d'enquête; les preuves soumises, quant aux réclamations des pêcheurs, des industriels et des consommateurs, sont très similaires à celles qui sont formulées aujourd'hui en ce qui concerne l'industrie des pêches.

Au début, la biologie halieutique prit la forme principalement d'une tâche consistant à décrire la distribution et la vie d'espèces importantes. Cependant, l'attention se porta bientôt sur des questions de croissance et de recrutement. Au début de ce siècle, au moment où le Conseil international pour l'exploitation de la mer fut créé, les idées étaient quelque peu naïves en comparaison avec notre perspective actuelle de ces systèmes. Toutefois, les biologistes recherchaient certaines caractéristiques des ressources ichtyologiques qui leur feraient découvrir les raisons des fluctuations de capture, et donneraient une idée de l'effet que la pêche a sur les ressources et les méthodes qui pourraient être adoptées pour réglementer les pêches afin de réduire les fluctuations et maintenir l'effet de la pêche à un certain niveau qui ne puisse mettre en danger la continuité des ressources.

Leurs travaux conduisirent à ce que nous appellerions à présent l'étude de la "structure de la population" pour lesquelles des techniques de détermination de l'âge ont été établies en ce qui concerne le hareng, ensuite appliquées à la morue et à d'autres espèces. Des études furent effectuées sur la longueur, la composition en âge et sexe de la capture et, aux environs de 1920, des discussions intensives au sujet des méthodes qui devraient être utilisées pour échantillonner la capture et mesurer les efforts afin de permettre l'extrapolation de l'analyse de la capture à l'analyse de la population eurent lieu à cette époque, bien des problèmes fondamentaux relatifs aux efforts de pêche furent abordés. Des études furent faites des stades juvéniles, du plancton et des tentatives réalisées pour établir une relation entre ce qui avait été observé des populations halieutiques et ce que les océanographes en physique et en chimie avaient observé. Aux alentours de 1920, Harold Thompson et d'autres auteurs mirent en pratique des techniques d'étude relatives au succès de la reproduction annuelle, étayé par la force des très jeunes recrues(bien qu'à ce moment-là, si j'ai bonne mémoire, on n'utilisât pas cette expression de "recrue").

Bien qu'en 1942, E.S. Russell avançat son équation fondamentale du rapport entre un stock au début d'une année et le même stock à la fin de l'année, en termes de recrutement et de mortalité, rien ne fut réalisé pour convertir et ordonner les données de structure de la population, en modèles qui représentassent la dynamique de la population; ceci, en dépit du fait qu'en Russie, Baranov eût déjà, aux environs de 1910, avancé des idées de base en la matière. Au cours de la deuxième guerre mondiale et aussitôt après, Ricker, Beverton et Holt formulèrent des modèles qui pouvaient reprendre les données de structure de la population à des points différents d'une période, mesurer la dynamique de la population et estimer le rendement possible d'un stock particulier, en termes de caractéristiques de croissance et de mortalité, sujet à certaines conditions quant aux rythmes d'exploitation.

Bien qu'au cours des quinze dernières années, des travaux considérables aient été réalisés afin de crystalliser notre compréhension de la puissance et effort de pêche et des rapports entre le stock de frai, leur reproduction et le recrutement subséquent, nous nous trouvons substantiellement dans la même situation où se trouvaient Ricker, Beverton et Holt lorsqu'ils publièrent leurs travaux dans les années cinquante. Cependant, je pense que nous en sommes à un point maintenant où nous verrons se produire une révolution dans le domaine de la science halieutique. Cette révolution affectera de manière significative les pratiques de la biologie halieutique, en fournissant de meilleures données sur les déterminants du recrutement, croissance et mortalité et en nous suggérant des méthodes plus adéquates de contrôler notre exploitation; cela permettra également à la science halieutique de devenir plus exactement un ensemble d'activités unique et cohérent.

Les biologistes ont joué le rôle principal dans la plupart des études qui ont été faites dans le but de mettre en application les résultats scientifiques. Depuis la deuxième guerre mondiale, une école de techniciens halieutiques, plus précisément de techniciens des engins de pêche, a été montée et un petit groupe d'économistes halieutiques ont lutté contre un scepticisme borné vis-à-vis de leurs méthodes. Ce qui se passe maintenant, c'est que ces trois groupes principaux d'activités se joignent pour constituer une science halieutique intégrale.

1.4 La science halieutique est orientée vers une mission

Il s'agit, bien entendu, d'une science appliquée, dans laquelle on s'engage dans le but d'acquérir des connaissances, à la lumière desquelles les pêcheurs et autres peuvent conduire leurs opérations avec plus d'efficacité.

Certains s'engagent dans des activités scientifiques uniquement en raison de l'intérêt qu'ils éprouvent à adopter des pratiques scientifiques et à s'adonner à des pensées scientifiques en raison de l'excitation que leur causent les découvertes et, ayant choisi un domaine particulier (que ce soit la physique, la chimie, la biologie ou autre), la matière sur laquelle ils travaillent importe peu: ils choisissent ce qui attire leur attention et excite leur curiosité. Il existe des institutions qui peuvent leur fournir l'opportunité et les moyens de développer de telles activités; ces institutions ont trait à la science libre, ou pure si l'on veut, et c'est là que le travailleur de la recherche choisit ses méthodes et détermine lui-même le rythme de son travail. En outre, au cours de ses recherches, il est libre, à n'importe quel moment, de suivre son inspiration et les voies qui lui permettent des découvertes occasionnelles; c'est-à-dire de relever un élément qui attire son attention et de changer de voie afin de l'étudier en oubliant même, en fait, l'orientation originale de ses recherches parce que ce qu'il a trouvé occasionnellement s'avère de plus d'intérêt pour lui. Il existe des pays et des institutions qui ont à leur disposition le personnel, les moyens financiers et les installations qui permettent de fournir une aide à ce genre de travaux dont l'importance est transcendante. Il n'y a pas le moindre doute qu'une grande proportion des résultats scientifiques ont été l'oeuvre de ce personnel.

Ensuite, il existe une sorte d'institutions où les gens travaillent à des sujets assignés, tout en ayant la liberté de choisir l'aspect particulier de ce sujet sur lequel ils concentront leur travail, de même que la méthode qu'ils suivront; ces chercheurs se trouvent à mi-chemin entre les professionnels de la recherche pure et ceux de la recherche appliquée. Ce groupe intermédiaire se compose de travailleurs de la recherche fondamentale: ce sont ceux qui se consacrent à la pédologie, la météorologie et autres domaines similaires et font rapport sur le fond des systèmes étudiés dans la science appliquée.

La dernière catégorie a trait à la science appliquée dans laquelle on assigne au travailleur de la recherche le sujet d'étude et les objectifs de l'étude; quelque personne qui entre dans une institution dans ce but, le fait dans ces termes mêmes. Toutefois, les savants de ces institutions ont également la liberté de déterminer le "comment" de leur recherche; non pas le "quoi" ou le "pourquoi", mais le "comment". Donc, nous avons un éventail qui couvre de la recherche pure dans laquelle le travailleur choisit le "quoi", le "pourquoi" et le "comment", en passant par la recherche fondamentale, ou le choix du "quoi" et du "pourquoi" est relativement limité et le "comment" est laissé à son critère, à la science appliquée où le "comment" constitue tout ce qui est soumis au libre arbitre du travailleur de la recherche.

Toutefois, la méthodologie est la même dans les trois catégories, et les principes de l'enquête scientifique également, même si les perspectives de contribution ne le sont pas. L'effort pour identifier les généralisations est plus puissant pour ceux qui s'adonnent à la science pure que pour ceux qui s'occupent de science appliquée, pour la simple raison que ces derniers s'intéressent à la création de modèles destinés à la prédiction de systèmes particuliers. De là, il découle, en fait, qu'un homme de science pure a vraisemblablement plus de possibilités de produire une vaste généralisation, du type qui caractérise également une grande partie de la beauté des résultats scientifiques que n'a un travailleur en science

appliquée; le premier peut avoir de meilleures perspectives, mais cela ne signifie pas que le second ne puisse fournir des généralisations. Une personne qui travaille dans le domaine de la science appliquée et se trouve sur la voie de quelque généralisation peut abandonner l'institut de sciences appliquées pour travailler dans un établissement de science pure afin de disposer de plus de temps et d'être l'objet de moins d'interruptions dans sa recherche de généralisations. Cependant, et bien que Kuhn et d'autres auteurs prétendent que la science ne progresse pas uniquement par l'accumulation de données et de matériel, c'est depuis le sommet de cette accumulation qu'elle prend son essor et même dans le contexte de l'orientation de sa mission, un travailleur en science appliquée peut trouver une généralisation.

En outre, quoique la science appliquée, de par l'orientation de sa mission et son choix de système et des caractéristiques du système, se distingue de la science non appliquée, elle ne s'en distingue pas quant à l'observance des règles de l'activité scientifique ni de son obligation d'acquérir des connaissances du type décrit plus haut. Nous essaierons de démontrer ce point en examinant le rôle de l'hypothèse dans le domaine de la science halieutique.

1.5 Le rôle de l'hypothèse

Le concept de l'hypothèse occupe une position-clé dans la méthodologie de la science, comme cela peut se démontrer facilement par la structure de n'importe quel document scientifique valable. Normalement, un document scientifique se compose des divisions suivantes: premièrement, l'introduction; deuxièmement, le matériel et les méthodes; troisièmement, les résultats; quatrièmement, la discussion et, cinquièmement, les conclusions. A cette structure de base, s'ajoutent normalement un résumé, un sommaire et la bibliographie, mais nous pouvons ici négliger ce matériel supplémentaire. Le Docteur Johnson, lorsqu'il écrivit au sujet de la composition littéraire, citait d'Aristote ce qui suit:

> "Aristote exige pour la perfection d'une tragédie, et ceci est également nécessaire pour toute autre espèce de composition normale, qu'elle ait un commencement, un milieu et une fin. 'Le commencement', dit-il 'est ce qui n'a rien de préalable nécessairement, mais dont ce qui suit en est la conséquence; par contre, la fin est ce qui, par force ou tout au moins selon la cause commune des choses, fait suite à autre chose, mais ne présuppose pas une conséquence en découlant: le milieu est relié, d'un coté, à quelque chose qui le précède naturellement et, de l'autre, à quelque chose qui le suit naturellement'.
>
> C'est là la règle établie par ce grand critique en ce qui concerne la disposition des différentes parties d'un tableau bien constitué. Celui-ci doit commencer au moment où il devient compréhensible sans introduction, et terminer au moment où l'esprit se met au repos, sans attendre un autre événement. Les passages intermédiaires doivent unir le dernier effet à la première cause selon un enchaînement régulier et ininterrompu; rien ne doit, par conséquent, s'insérer qui ne découle pas apparemment de ce qui précède et doit préparer la voie convenablement pour ce qui le suit."

Le Docteur Johnson aurait pu aussi bien écrire ceci pour une revue scientifique comme conseil à ses auteurs, puisque Aristote et lui-même ont établi par ces deux paragraphes la discipline fondamentale de l'évolution de la pensée scientifique. Nous avons commencé notre travail par une déclaration[2/] relative à un problème particulier que nous avons l'intention d'examiner et nous avons établi la base de cette entreprise qui retient notre attention; nous résumons ce que d'autres ont accompli avant nous et nous raisonnons dans le sens qu'étant

2/ Lorsque nous écrivons ce document, il est possible que nous ayons des difficultés à décider si nous devons énoncer les idées que nous avions au début (en supposant que nous puissions nous en souvenir) ou le point de vue que nous avons dégagé en concluant notre travail sur ce qu'était l'état des choses au commencement. Toutefois, cette difficulté ne se présente probablement pas, si nous partons d'une hypothèse.

donné que celui-ci ou celui-là ont fait ceci et quelqu'un d'autre celà, et sont arrivés à telle ou telle conclusion, nous nous proposons d'étudier ceci; nous formulons une hypothèse quant au problème que nous examinons et nous projetons d'appliquer nos méthodes aux matériels appropriés afin de mettre à l'épreuve notre hypothèse. Ensuite, nous procédons aux travaux et en soumettons les résultats dans la section "Résultats" de notre document. Nous discutons les résultats et vérifions la validité de notre hypothèse originale (ou quelque forme nouvelle de celle-ci que nous avons établie à la suite des résultats de notre travail) et de tout ceci, nous tirons nos conclusions.

Une position centrale est occupée par l'hypothèse dans cette séquence. Qu'est-ce qu'une hypothèse? C'est la formulation de nos idées sur le système auquel nous travaillons; c'est une proposition qui établit, en fait, notre croyance ou nos espérances en ce qui concerne ce système, mais et ceci est un point important, une hypothèse pour être utile doit être établie de façon à prouver qu'elle peut être reconnue fausse. Cette condition découle d'une conclusion à laquelle ont abouti la plupart des philosophes scientifiques qu'il ne nous est pas possible de prouver une hypothèse, et que nous n'avons que la possibilité de la réfuter; ou, en d'autres termes, que nous pouvons démontrer que notre pensée était erronée, si c'est le cas, mais nous ne pouvons pas fournir la preuve qu'une pensée n'est pas exempte d'erreur. C'est-à-dire, que n'ayant jamais la possibilité d'examiner chaque cas particulier dans le passé, le présent et l'avenir d'une classe de système à laquelle nous travaillons, nous ne pouvons jamais assurer avec une absolue certitude que ce système possédera toujours les caractéristiques énoncées et présupposées de notre hypothèse et qu'il se comportera toujours dans l'avenir de la manière indiquée par notre hypothèse.

Une hypothèse qui affirme simplement ce que nous avons déjà observé avoir lieu est un rapport et n'ouvre pas notre esprit à la possibilité d'un monde différent de celui auquel nous croyons. Une hypothèse qui peut être reconnue fausse nous incite à examiner la question de savoir si le monde n'est pas différent de ce qu'il nous apparaît; si nous réussissons à démontrer qu'elle est fausse, notre esprit devient conscient qu'il existe d'autres formulations; s'il nous est impossible de la réfuter, nous avons l'autorité de notre logique comme de nos efforts pour la réfuter, plus que d'une simple observation, comme base de notre confiance à l'accepter, quoique nous sachions que nous n'avons pu la démontrer.

Nous devrions éviter des hypothèses qui ne peuvent être démontrées que par l'examen de tous les cas passés, présents et futurs pour lesquels elles pourraient être pertinentes; nous devons plutôt prendre des hypothèses qui nous offrent des méthodes de les mettre à l'épreuve et de découvrir, le cas échéant, les aspects pour lesquels elles s'avèrent erronées. L'erreur, si elle existe, se découvre délibérément et suivant une intention logique à partir d'une hypothèse falsifiable, par accident à partir d'une hypothèse non falsifiable.

Mettons maintenant ces idées à l'épreuve par l'examen d'une proposition très favorable à la discussion philosophique: "tous les cygnes sont blancs". A un certain moment, cette affirmation semblait sans aucun doute valide; peu de gens probablement auraient contesté la validité de cette affirmation avant la découverte de l'Australie occidentale. Cependant qu'était la position de quelqu'un qui, avant sa première visite en Australie occidentale, aurait voulu démontrer l'hypothèse que tous les cygnes étaient blancs? Il se trouvait dans une situation où il devait partir faire une tournée de tous les endroits où vivaient des cygnes, afin de pouvoir affirmer que chaque cygne était blanc une fois qu'il les aurait tous dénombrés - et cependant, même si à ce moment-là, il n'avait trouvé aucun cygne noir, il ne lui aurait pas été possible d'affirmer qu'il n'en avait jamais existé ou qu'il n'en pouvait exister.

Donc, une affirmation du type "tous les cygnes sont blancs" est une déclaration au-delà de l'évidence qui ne peut être sanctionnée qu'en parachevant l'évidence - en examinant tous les cygnes; et en dehors du fait qu'il faut examiner tous les cygnes, une telle affirmation ne nous donne aucune ligne de conduite qui nous permette d'élargir notre connaissance des cygnes. /Il convient de noter qu'en tournant cette déclaration à la forme négative, "aucun cygne n'est pas blanc", on dit exactement la même chose./ Si toutefois nous énonçons une

affirmation comme celle-ci: "un cygne peut être de n'importe quelle couleur", nous nous trouvons dans une situation différente; on peut nous demander "que voulez-vous dire par "peut être"? Voulez-vous dire que, selon les observations effectuées, il peut être cela?, etc., ou voulez-vous dire que vous savez ou vous croyez que le mécanisme fondamental de la détermination des couleurs des cygnes est tel que n'importe couleur peut se manifester?" Si nous répondons affirmativement à la question relative au mécanisme, on peut nous demander une description de ce mécanisme et une preuve de sa validité, et la meilleure preuve pour nous serait évidemment si nous pouvions faire en sorte que les cygnes produisent des rejetons de toutes les couleurs imaginables; d'autre part, il est possible que l'on trouve notre description de ce mécanisme fondamental tellement conforme à celle d'autres mécanismes similaires que, s'il s'avérait valide dans la production de cygnes, disons, rouges et bleus, on pourrait être satisfait de notre capacité de manipuler ce mécanisme pour produire des cygnes de la couleur que nous voulons.

Ainsi, notre proposition et sa contestation nous ont ouvert une possibilité qui, peut-être, n'avait pas été prise en considération auparavant, et nous suggère que nous pouvons agir ainsi afin de pouvoir, soit rejeter soit accepter ladite proposition. En outre, cet exemple nous a enseigné une autre méthode de classement des hypothèses, à savoir, en hypothèses qui ont trait aux cas ("tous les cygnes sont blancs") et celles qui se rapportent aux mécanismes et processus ("un cygne peut être de n'importe quelle couleur"). Celles de la première catégorie nous entraîne dans des méthodes statistiques et le calcul des probabilités; celles de la deuxième catégorie dans l'examen de cause à effet, et bien que nous puissions appliquer des procédés statistiques aux données que nous enregistrons au cours d'une telle étude, notre critère quant à leur signification sera vraisemblablement différent de celui que nous appliquerions à des cas dont le mécanisme fondamental nous est inconnu.

Toute cette discussion indique qu'une hypothèse est un point de départ du travail et un moyen de lui assigner une orientation, mais, en outre, dans le cadre des principes généraux énoncés ici, notre choix des aspects à étudier devrait se guider par les buts de notre travail, tandis qu'une hypothèse devrait être formulée afin de nous guider dans le développement de nos connaissances de ces aspects du système-objet que nous avons décidé d'étudier. Nous pouvons illustrer ces points par un exemple de choix d'une hypothèse dans la recherche halieutique et, dans ce but, aborder le problème de l'identification des stocks.

Supposons que nous ayons une situation dans laquelle, selon la Figure 3, une espèce particulière de poisson se pêche sur deux fonds de pêche A et B, séparés par une zone de quelques centaines de milles de mer, où les pêcheurs n'attrapent aucun poisson de l'espèce en question. Supposons encore que nous possédions des statistiques sûres sur la capture et l'effort de pêche, et des données sur la composition de la capture dans chaque fond. Supposons également que des différences, faibles mais significatives, dans les caractéristiques de la population aient été enregistrées. La question se pose de savoir si ces stocks peuvent être considérés comme une ressource unique ou s'ils doivent être traités séparément, chacune d'eux avec son propre régime et ses propres règlements.

Une façon d'aborder la question est de calculer, en partant des données de peuplement disponibles sur les populations, les profits que l'on peut attendre de la pêche de ces stocks à régimes différents et ceux provenant d'un seul régime, et ensuite choisir l'alternative la plus avantageuse. Une autre méthode consiste à essayer de déterminer si les stocks sont séparés ou non. Le choix entre ces méthodes soulève des questions importantes quant à la stratégie de la recherche à laquelle nous nous consacrerons au Chapitre 3; toutefois, supposons que nous ayions décidé, pour plusieurs raisons, de suivre la seconde méthode, nous devrons donc établir un programme de recherches afin de déterminer si les stocks sont séparés ou non. Notre question est donc "Quelle est l'hypothèse à formuler?" Quelques-unes des caractéristiques de la situation sont énoncées au Tableau 1 pour chaque cas. S'il s'agit de stocks séparés, c'est qu'il existe un facteur qui les maintient séparés et nous pouvons espérer trouver, dans les stocks eux-mêmes, la preuve des conséquences de cette séparation. La séparation est donc une condition de non-échange découlant du fonctionnement de mécanismes qui font obstacle à l'échange (c'est-à-dire, nous assumons que l'échange entre les stocks aurait lieu s'il n'y était pas fait obstacle), et ayant pour

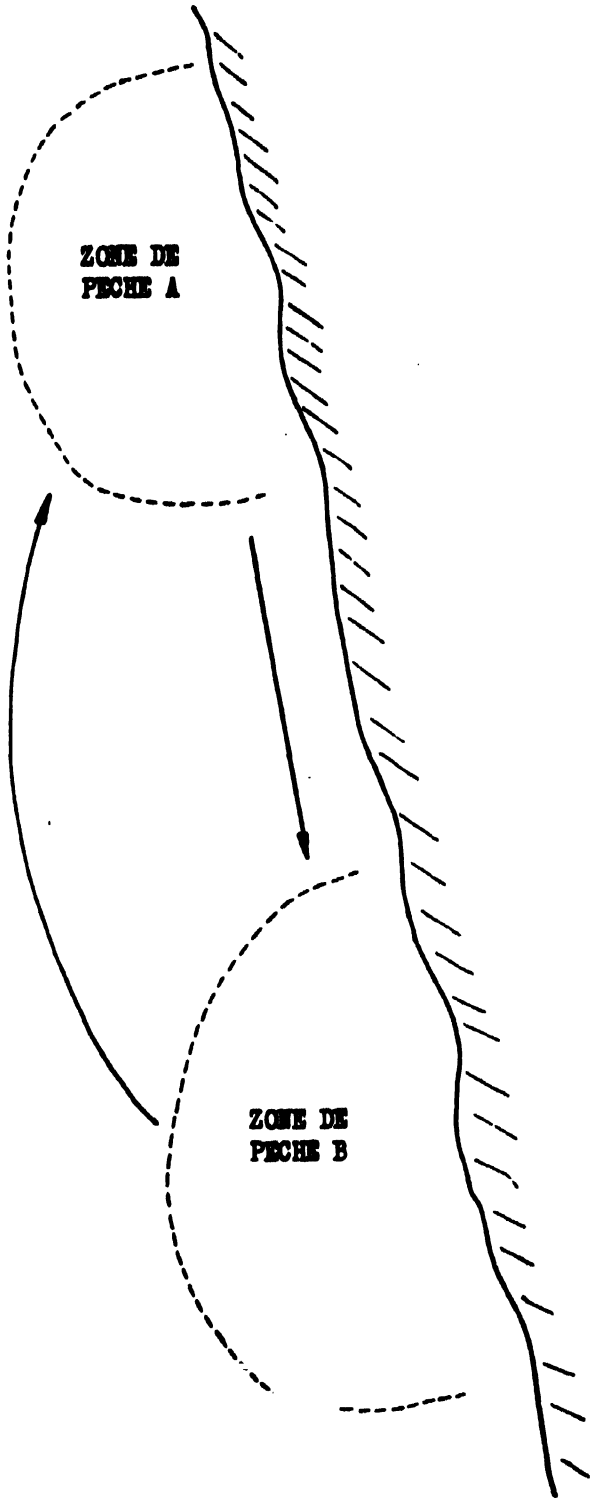


Figure 3. Situation hypothétique de la pêche d'une même espèce sur deux fonds de pêche différents

Tableau 1

Hypothèses possibles relatives aux relations mutuelles entre deux stocks

	Le stock A est séparé du stock B	Les stocks A et B font partie d'un même stock
Processus	Aucun individu ne passe de la zone A à la zone B, ou vice-versa	Les individus passent de la zone A à la zone B, et vice-versa i. selon un modèle constant ii. occasionnellement, mais en quantité substantielle, quand existent certaines conditions iii. occasionnellement, accidentellement
Mécanisme	Une barrière de quelque sorte existe entre la zone A et la zone B, rendant impossible la migration d'un individu d'une zone à l'autre	Systèmes physiques (par exemple, courants) fonctionnant entre les zones A et B, et pouvant favoriser la migration des individus entre les deux zones
Implication des conséquences du processus	a. Les individus de la zone A sont différents de ceux de la zone B ce qui laisse supposer des processus génétiques indépendants	a. Les individus de la zone A ne se distinguent pas de ceux de la zone B ce qui laisse supposer un processus génétique unique
	b. Les caractéristiques de population du stock de la zone A sont différentes de celles du stock de la zone B	b. Les caractéristiques de population du stock de la zone A sont les mêmes que celles du stock de la zone B

résultat des différences entre les stocks. Nous pouvons attaquer le problème à partir de la conséquence, du mécanisme ou du processus lui-même, ou simultanément sous ces trois angles. Une méthode raisonnable consiste à examiner la preuve disponible et à décider quels sont les éléments du Tableau 1 qui ont le plus de poids, ensuite énoncer une hypothèse représentant la situation telle qu'elle est décrite par les autres éléments, et procéder à l'étude afin de rejeter cette hypothèse. Ainsi, si le poids de la preuve suggère que les stocks sont séparés, nous établirons une hypothèse selon laquelle ils ne le sont pas et essaierons de la réfuter; si nous devions nous rendre compte, après avoir réalisé quelques travaux, que nous avons mal interprété la preuve et qu'elle tendait à prouver que notre hypothèse était réelle, nous changerions pour un programme basé sur l'hypothèse opposée.

Les avantages de cette procédure sont les suivants:

1. Elle nous permet de porter au maximum la possibilité de ce que notre preuve s'avère erronée, si notre hypothèse est fausse;

2. Elle nous permet d'éviter une perte de temps en confirmant simplement ce que nous pensions déjà et, plutôt, de concentrer nos pensées sur des expériences plus sérieuses en dirigeant notre attention sur les points où nous risquons de faire erreur avec plus d'efficacité.

Il convient de noter ici que la réfutation d'une hypothèse n'est pas la même chose que de démontrer qu'elle est négative; c'est le rejet d'une proposition, soit que celle-ci dise "le problème est qu'il existe des x's" ou qu'elle dise "le problème est qu'il n'existe pas de x's"3/.

Ici, il convient de considérer deux points: en premier lieu, s'il est pratique et utile d'établir des hypothèses de travail comme nous le faisons, et deuxièmement, s'il est possible, au cours de ce travail, de créer une situation logique qui ait un caractère expérimental. En ce qui concerne le premier point, nous venons de voir que dans l'examen des stocks unitaires, nous pouvons, en fait, énoncer une hypothèse au sujet d'un système naturel et tester la validité ou la valeur de la vérité de notre hypothèse qui, dans un certain sens, est un modèle du système naturel. En partant de cette hypothèse, nous pouvons ébaucher un programme de travail afin de rechercher l'évidence critique nécessaire pour réfuter l'hypothèse, ou à défaut d'une telle évidence, nous donner des bases qui nous permettent de croire à cette hypothèse en soi. En ce qui concerne le second point, l'expérience, il existe deux possibilités: tout d'abord, nous pouvons nommer la Nature comme notre expérimentaliste et, ensuite, nous pouvons, dans certains cas de travaux sur la pêche, organiser nos activités en tant que facteur expérimental. Comme illustration de la première de ces deux possibilités, prenons le sujet de la chaleur et de son indicateur, la température. Il nous est presque impossible de contrôler la température d'une masse d'eau dans la mer, mais nous pouvons prendre quelques isothermes certains, comme limite à une caractéristique biotique telle que la distribution; nous pouvons ensuite observer la situation de cet isotherme et son rapport avec la caractéristique biotique et, une fois que nous avons fait suffisamment d'observations, nous pouvons examiner le rapport de ce phénomène biotique particulier que nous étudions avec la température de l'eau. En ce qui concerne la seconde, notre intervention dans ces systèmes, nous pouvons considérer que les activités de pêche dans leur ensemble constituent une condition expérimentale.

L'alternative à la création d'une hypothèse est de s'engager dans une recherche non orientée, en utilisant les pratiques établies de notre discipline afin de recueillir simplement des données dans le but de les présenter sous forme de tableaux et d'analyses selon les méthodes qu'elles inspirent elles-mêmes.

2. LES SYSTEMES ETUDIES PAR LES HOMMES DE SCIENCE HALIEUTIQUE

2.1 Généralités

La science halieutique traite, selon la définition que nous en avons donnée au chapitre précédent, de toutes les pêcheries du monde et, en fait, les savants halieutiques font de temps en temps des études globales. Cependant, les chercheurs individuels étudient des systèmes particuliers et, afin de comprendre l'organisation de leur travail, nous devons maintenant faire une sorte de classement ou inventaire de ces systèmes.

Le concept central de ce travail est qu'il a trait à l'ensemble des opérations, depuis le moment de la capture (ou récolte d'une espèce cultivée) en passant par la mise à terre, la transformation, l'emmagasinage et le transport, jusqu'à la vente du produit aux consommateurs. Le travail traite des ressources et de l'équipement utilisé dans les opérations de chaque étape, de la capture à la vente; il traite de la nature de chaque opération et des facteurs qui entrent en jeu. Il tend à fournir des descriptions de ce complexe, dans son ensemble, de ses différents paliers et de ses composantes (par exemple, la main-d'oeuvre), qui viendront en aide à ceux qui mènent à bien et dirigent ces opérations.

Toutefois, la structure de l'industrie est généralement très complexe. Bien que nous aimions penser que la structure est pyramidale, et possède une base ample composée de diverses ressources et de nombreux pêcheurs, et que la capture converge ensuite vers un nombre relativement faible d'usines, magasins, etc., qui, à leur tour, dirigent le produit vers un nombre encore plus réduit de marchés, la situation est rarement aussi simple que cela.

3/ Voir Bunge en ce qui concerne une discussion détaillée de l'hypothèse

Les consommateurs sont plus nombreux et généralement plus dispersés que les pêcheurs; en outre, une certaine proportion de la capture entre dans le commerce international. Notre description de la structure doit donc découler de l'identification et de l'étude d'une quantité de catégories de systèmes unitaires et, dans ce chapitre, nous commencerons par certains systèmes unitaires fondamentaux et procèderont ensuite vers des concepts plus larges.

Avant d'aborder ces systèmes unitaires en détail, nous devons nous assurer de certaines idées au sujet des systèmes. Au chapitre précédent, nous avons examiné quelques principes généraux relatifs aux systèmes et, en particulier, aux fins actuelles, la question de savoir comment déterminer les limites de n'importe quel système. Ce point est particulièrement pertinent lorsqu'il s'agit d'un système unitaire. Nous avons dit plus haut que nous pouvions fixer les limites de tout système-objet en termes de buts de notre étude, et des critères que nous pouvions établir quant à ce que nous désirions pouvoir dire de celui-ci et de l'exactitude que nous voulions donner à nos affirmations. Nous avons également énoncé une proposition générale selon laquelle chaque système se compose de systèmes et est lui-même membre d'un système. Or les pêcheries d'un pays font partie de son économie générale et se composent d'un certain nombre de systèmes-membres et chacun de ces systèmes-membres est, à son tour, composé d'autres systèmes-membres. Un système peut se composer de divers systèmes-membres constitués par des principes différents; ainsi, un organisme se compose de divers organes, dont les fonctions et la structure diffèrent entre elles; les services de pêche peuvent être gérés par des coopératives, des compagnies privées et des entrepreneurs individuels. Toutefois, nous verrons que l'on peut identifier à chaque palier quelque système unitaire selon lequel les opérations fondamentales s'exécutent à ce palier. Par exemple, dans une armée, l'unité à un certain palier consiste en un peloton, à un autre en un bataillon; on peut attendre d'un peloton qu'il effectue certaines opérations, d'un bataillon d'autres opérations. Dans ce sens, il est possible d'identifier dans la pêche certaines catégories de systèmes unitaires d'opérations. Le critère fondamental d'unité, à ces fins, est de savoir si le système est autonome pour effectuer les opérations de son palier: il est évident qu'un bateau de pêche avec son équipage et ses engins est autonome dans ses opérations de capture et il est évident que les opérations de chalutage à deux s'effectuent au moyen de deux bateaux qui constituent une unité autonome. Il découle de ce critère encore que nous pouvons effectuer utilement les descriptions d'une telle unité (qu'il s'agisse d'énergie, de matériaux ou d'argent) séparément.

2.2 Les systèmes unitaires de la science halieutique

Nous pouvons prendre comme exemples trois catégories principales de ces systèmes. Ce sont les pêcheries unitaires, les unités de pêche et les stocks unitaires. L'industrie de la transformation possède ses unités d'opérations, les fabriques, et l'industrie tertiaire également dans le domaine de la manipulation, transport, emmagasinage et vente du poisson. En outre, même dans le cadre d'un domaine particulier de la recherche relative aux ressources, nous identifierons, de temps à autre, d'autres catégories et subdivisions; par exemple, au lieu d'un stock unitaire, un organisme individuel peut constituer un système d'étude.

Une pêcherie unitaire se définit strictement dans un sens pragmatique et pratique en considérant une série d'exemples: ainsi, la pêche du flétan du Pacifique Nord, la pêche du hareng de la Mer du Nord, et la chasse à la baleine de l'Antarctique. Lorsque nous examinons ces exemples, nous nous rendons compte que chacun d'entre eux se caractérise par le fait qu'il possède, en général, un ensemble de navires d'un certain type qui fonctionnent selon un régime commun pour l'exploitation de certaines ressources bien définies. Donc, une pêcherie unitaire constitue un groupement naturel de navires, hommes et engins destinés à l'exploitation d'une ressource déterminée dans une zone plus ou moins définie. Afin de rendre cette définition plus claire et plus précise, nous devons nous diriger vers la catégorie suivante de système, à savoir, l'unité de pêche.

L'unité de pêche est constituée par l'ensemble de l'équipement et de la main-d'oeuvre, qui peut fonctionner de manière autonome dans le domaine de la pêche. Ainsi, un crevettier est une unité de pêche qui consiste dans le bateau lui-même, les engins qu'il transporte et

l'équipage qui fait marcher le bateau et manoeuvre les engins, chaque crevettier peut fonctionner seul lorsqu'il pêche. L'exemple le plus simple d'une unité de pêche est un homme seul avec des engins simples, tels qu'une canne à pêche et une ligne ou une nasse. Un exemple d'une unité plus complexe est un navire-mère et les unités qui fonctionnent avec lui; le navire-mère ne peut pas fonctionner seul et les bateaux qui le desservent ne sont d'aucune utilité lorsqu'ils sont seuls dans les conditions spéciales de cette pêcherie.

Si nous considérons maintenant la question du stock unitaire, nous pouvons donner de plus amples éclaircissements. Une unité de stock se définit de manière pragmatique comme un groupe de poissons, soit d'une seule espèce, soit d'un certain nombre d'espèces, qui occupent une zone particulière et vivent indépendants des autres groupes de cette espèce (ou de ces espèces) de sorte que le résultat des migrations lorsqu'on les ajoute les unes aux autres (émigration et immigration) est nul ou négligeable en comparaison des taux de mortalité et de reproduction du stock lui-même. En conséquence, sur la base de ces caractéristiques, nous pouvons évaluer un stock unitaire selon la mortalité, la croissance et le recrutement qui y sont observés.

Nous pouvons donc reformuler notre définition de la pêche unitaire: une pêche unitaire est un groupe d'unités de pêche, plus ou moins de la même catégorie, et quelquefois toutes de la même sorte, qui se livrent à l'exploitation d'un ou de plusieurs stocks unitaires.

Pour chacun de ces systèmes, nos sciences, c'est-à-dire les sciences spéciales de la science halieutique, s'occupent de la description et de l'analyse de ces systèmes unitaires en ce qui concerne leur structure et leur dynamique - la façon dont ils opèrent, fonctionnent et se comportent. Les caractéristiques des stocks unitaires qui nous occupent principalement sont les suivantes:

(a) la disponibilité totale de la biomasse et ce qui la détermine en termes de mortalité, croissance et approvisionnement, reproduction et recrutement;

(b) l'accessibilité de ces stocks qui est fonction des caractéristiques de la flotte et de la distribution du stock; en termes mathématiques, l'accessibilité signifie la proportion du stock qui peut être pêchée et se trouve à la portée de la flotte qui l'exploite;

(c) la vulnérabilité du stock, c'est-à-dire la probabilité qu'a un poisson d'être capturé; ceci est fonction des caractéristiques des engins de pêche et du comportement du stock individuel; mathématiquement, la vulnérabilité est représentée par la probabilité, au moment où une unité d'engins est mise en opération, qu'a un poisson individuel d'être capturé dans la zone ou volume à la portée de cette unité d'engins de pêche.

La recherche relative à ces trois caractéristiques, disponibilité, accessibilité et vulnérabilité, nous amène à faire des études biologiques des ressources et des études techniques de l'unité de pêche et de ses engins.

Une unité de pêche, à son tour, est l'objet de l'étude de l'architecture navale de la pêche et de la technologie des engins de pêche, et nous sommes ici intéressés, entre autres, par le rayon d'action du navire, sa capacité de pêche, et les déterminantes de l'importance et de l'efficacité de l'effort de pêche qu'il peut mettre en oeuvre.

En ce qui concerne une pêche unitaire, nous sommes intéressés par certaines des caractéristiques de ses stocks unitaires et unités de pêche, outre les autres caractéristiques que possède une pêche unitaire en vertu de son organisation et de sa gestion. Ainsi, pour l'étude d'une pêche unitaire, nous réunissons les résultats de la biologie halieutique, de la technologie des engins de pêche, de l'architecture navale de la pêche et certains aspects de l'économie halieutique. Il faut également se rappeler que notre compréhension du comportement des unités de pêche et des opérations d'une pêche unitaire sont influencés, à un haut degré, par les caractéristiques du marché, de l'industrie secondaire et de l'infrastructure

dont dispose l'industrie, par l'économie elle-même et par certains facteurs sociaux et économiques; ainsi notre science traite de tous ces différents aspects. Donc, comme nous le démontrons ci-dessous, une description d'une pêche unitaire ne se limite pas à une relation de ses ressources et unités de pêche.

2.3 Opérations des systèmes

Etant donné que notre manière de traiter ces systèmes jusqu'à présent peut donner l'impression qu'ils doivent être considérés comme des entités statiques - bien que la nomenclature des listes descriptives de l'unité de pêche contienne des caractéristiques de fonctionnement - il convient ici de noter brièvement qu'en fait, c'est tout le contraire qui se passe; à savoir, que les programmes de recherche traitent directement des caractéristiques dynamiques. En général, ces programmes tendent à décrire ce que fait chaque type d'unité, comment il le fait (c'est-à-dire la structure du processus d'opération) et l'efficacité de son action, son calendrier d'opération et rythme de production, et divers facteurs de productivité. Ce genre d'analyse sera probablement nécessaire pour les stocks de poisson, l'unité de pêche, l'usine ou le marché; ou le bateau ou l'engin ou le pêcheur. L'analyse structurale fournit la base de l'analyse des opérations, de même que certaines explications complémentaires; dans le domaine des études socio-économiques par exemple, les différences entre les activités de pêche "industrielle", artisanale et de subsistance tiendraient compte d'informations comme celles énoncées au Tableau 2.

Tableau 2

Comparaison entre les pêcheurs industriels, artisanaux et de subsistance en ce qui concerne leur situation technique, sociale et économique

	Commerciaux		De subsistance
	Industriels	Artisanaux	
Unité de pêche	Stable, division du travail et possibilité de faire carrière	Stable, faible, spécialisée sans division du travail	Travailleurs solitaires ou groupe familial ou communautaire
Bateau	Motorisé, beaucoup d'équipement	Petit moteur hors-bord	Aucun, ou canot
Equipement	Fabriqué à la machine, autre monté	Matériaux partiellement ou totalement fabriqués à la machine, montés par le travailleur	Matériaux fabriqués à la main, montés par le travailleur
Méthodes	Avec l'aide de machines	Aide minimale de machines	Opérant à la main
Investissement	Elevé; grande proportion n'appartenant pas à l'opérateur	Faible; appartient entièrement à l'opérateur	Aucun
Captures	Importantes	Moyennes à faibles	Faibles à très faibles
Productivité	Elevée	Moyenne à faible	Faible à tres faible
Ecoulement des captures	Vente aux marchés organisés	Vente locale non organisée; consommation importante de l'opérateur	Consommation exclusive de l'opérateur, sa famille et amis; échanges
Standing économique de l'opérateur	Souvent élevé	Moyens faibles	Minimal
Condition sociale	Assimilée	Souvent séparée	Communautés isolées

2.4 Description d'une pêcherie unitaire

Quoique la plupart des programmes de recherche dans le domaine de la science halieutique soient orientés vers les systèmes unitaires, cette orientation du travail doit être canalisée vers la préparation de comptes-rendus sur les pêcheries dans leur ensemble - soit les pêcheries unitaires telles que définies ci-dessus, soit les pêcheries d'un pays; nous comprenons par les mots "pêcheries d'un pays", l'ensemble des pêcheries unitaires d'un pays, y compris l'intégration horizontale ou verticale qui peut exister à quelque degré que ce soit, à l'intérieur et entre celles-ci. Comme premier pas dans l'organisation d'un programme de science halieutique d'un pays, la préparation d'une liste de ses pêcheries unitaires et une description de chacun d'entre elles offre de sérieux avantages. Elle permet d'identifier les types de système unitaire et d'établir un concept de la structure des pêcheries du pays; tout comme d'organiser nos connaissances de chaque pêcherie unitaire, en nous révélant nos lacunes et grâce à ces méthodes, nous devrions pouvoir identifier les défauts de la situation des pêcheries et, par là même, profiter de l'occasion pour promovoir des changements dans l'industrie.

Au Tableau 3, on présente un aperçu de la description d'une pêcherie unitaire. La Section 1 fournit des renseignements sur l'identification, la localisation et l'ordre de grandeur des ressources; elle peut être élargie, si nécessaire, afin d'inclure quelque autre renseignement qui puisse être pertinent pour notre compréhension de l'opération de pêche; toutefois, il convient de se rappeler que des renseignements détaillés sur les espèces, du point de vue de la biologie halieutique, sont contenus dans les sypnosis d'espèces. La Section 2 comprend des renseignements sur les caractéristiques des unités de pêche et des informations statistiques sur la flotte, tandis que la Section 3 traite de renseignements sur les méthodes d'opération, des unités individuelles et du déploiement complet des unités; les formes institutionnelles de l'organisation des unités et l'administration et entretien des opérations figurent ensuite à la Section 4. En dehors de rassembler des données (en termes monétaires et physiques) relatives aux résultats de ces opérations, la Section 5 comprend la première série d'indices qui permettent d'évaluer lesdites opérations. Aux Sections 6, 7 et 8, on trouvera des renseignements concernant la capacité de l'équipement et l'organisation des secteurs secondaire et tertiaire qui s'occupent de la capture, ainsi que de leur efficacité; dans ces chapitres, non seulement, nous examinerons si quelques insuffisances dans la capacité de ces secteurs restreignent la pleine exploitation des ressources, mais encore nous commencerons à évaluer l'influence du marché et des prix sur la pêche. Les Sections 9 et 10 fournissent des renseignements sur l'infrastructure et les industries connexes, afin d'évaluer si les insuffisances dans ces domaines ont un effet restrictif sur l'industrie elle-même, tandis que la Section 11 donne des informations sur les investissements, les frais de financement, d'assurance et autres frais complémentaires, ce qui nous conduit à la Section 12 où l'on donne un résumé général, sous forme de coefficients, de la diagnose de la condition actuelle et des perspectives d'avenir de la pêche.

Tableau 3

Description d'une pêcherie unitaire

1. RESSOURCES
   - 1.1 Nom scientifique et vernaculaire
   - 1.2 Position géographique
   - 1.3 Localisation écotique
   - 1.4 Lignes de densité
   - 1.5 Structure de la population
   - 1.6 Biomasse

2. UNITE DE PECHE ET FLOTTE
   - 2.1 Type
   - 2.2 Navire
   - 2.3 Type de main-d'oeuvre, nombre
   - 2.4 Engins de pêche, type, nombre
   - 2.5 Capacité

3. REGIME DE PECHE
   - 3.1 Base des opérations et ports de débarquement
   - 3.2 Saison
   - 3.3 Opérations
     - 3.3.1 Description des opérations
     - 3.3.2 Moyenne journalière d'opération
     - 3.3.3 Durée moyenne de la sortie et nombre de sorties par saison
     - 3.3.4 Estimation du potentiel d'effort
   - 3.4 Localisation des fonds de pêche
   - 3.5 Réglementation
   - 3.6 Effort: unités
     intensité

4. ENTREPRISES PRODUCTRICES
   - 4.1 Organisation institutionnelle
   - 4.2 Systèmes de gestion
   - 4.3 Distribution de la capture, en termes monétaires et physiques

5. CAPTURE
   - 5.1 Production: volume et valeur
   - 5.2 Composition: par espèce, sous-espèce ou variété, et par taille, âge et autre catégorie
   - 5.3 Rendement: par unité d'effort
     par unité de superficie
   - 5.4 Coefficients d'exploitation

6. TRAITEMENT
   - 6.1 Procédé et produit
   - 6.2 Equipement industriel et organisation
     Tableau avec indication de l'emplacement, capacité installée, capacité utilisée et production de chacune des usines

7. DISTRIBUTION
   - 7.1 Entreposage
   - 7.2 Transport
   - 7.3 Voies de distribution

8. COMMERCIALISATION
   - 8.1 Marché intérieur
     - 8.1.1 Analyse de l'offre
     - 8.1.2 Analyse de la demande (consommation)
   - 8.2 Marché extérieur
     - 8.2.1 Analyse de l'offre
     - 8.2.2 Analyse de la demande

9. DISPONIBILITE DE L'INFRASTRUCTURE ET SON UTILISATION PAR CETTE PECHERIE
   - 9.1 Transport: route, rail, air et mer
   - 9.2 Fourniture de courant électrique
   - 9.3 Distribution d'eau
   - 9.4 Communications

10. DISPONIBILITE DES SERVICES ET APPROVISIONNEMENTS EN PROVENANCE DES INDUSTRIES CONNEXES, ET LEUR UTILISATION PAR LA PRESENTE PECHERIE
   - 10.1 Fabriques de glace
   - 10.2 Congélateurs et entrepôts frigorifiques
   - 10.3 Chantiers navals
   - 10.4 Fabriques d'engins de pêche
   - 10.5 Pièces de rechange et ateliers de réparation

11. FINANCES
    - 11.1 Capital social (source et frais de financement)
    - 11.2 Banque (disponibilités et frais sur emprunts)
    - 11.3 Charges financières des opérations: amortissements, dépréciation, assurances

12. DIAGNOSES
    - 12.1 Moyens matériels d'évaluer l'efficacité de l'opération
    - 12.2 Evaluation du point de vue de la nutrition; utilisation des captures; taux de consommation
    - 12.3 Evaluation monétaire; frais et profits
    - 12.4 Evaluation des investissements; IRR et NPV
    - 12.5 Analyse des coûts, au titre des avantages sociaux

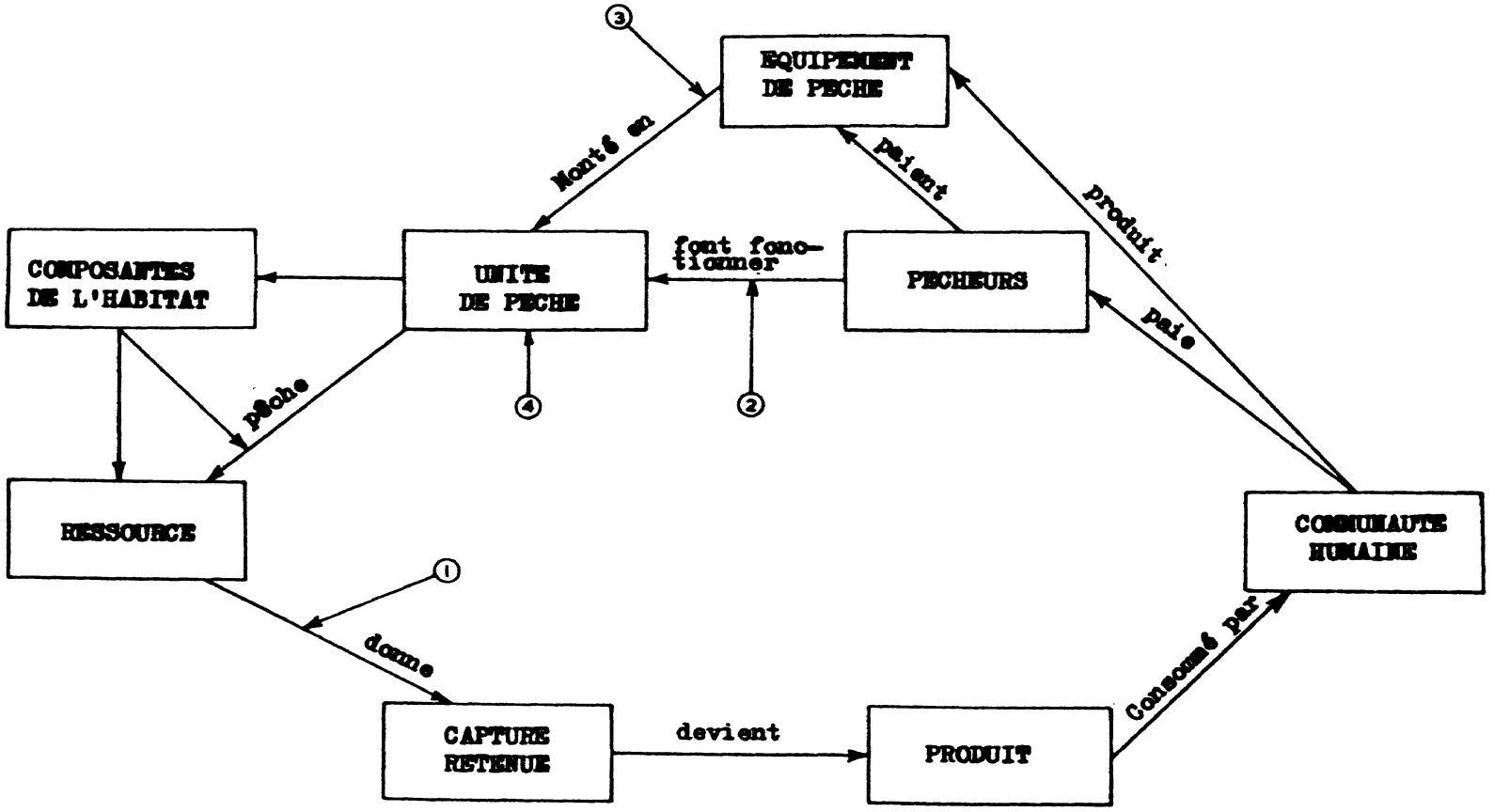
Note: Le personnel de la Direction générale du plan et du développement du sous-secrétariat aux pêches, Secrétariat de l'industrie et du commerce du Mexique, m'a aidé à revoir ce tableau

2.5 Modèle généralisé d'une pêcherie

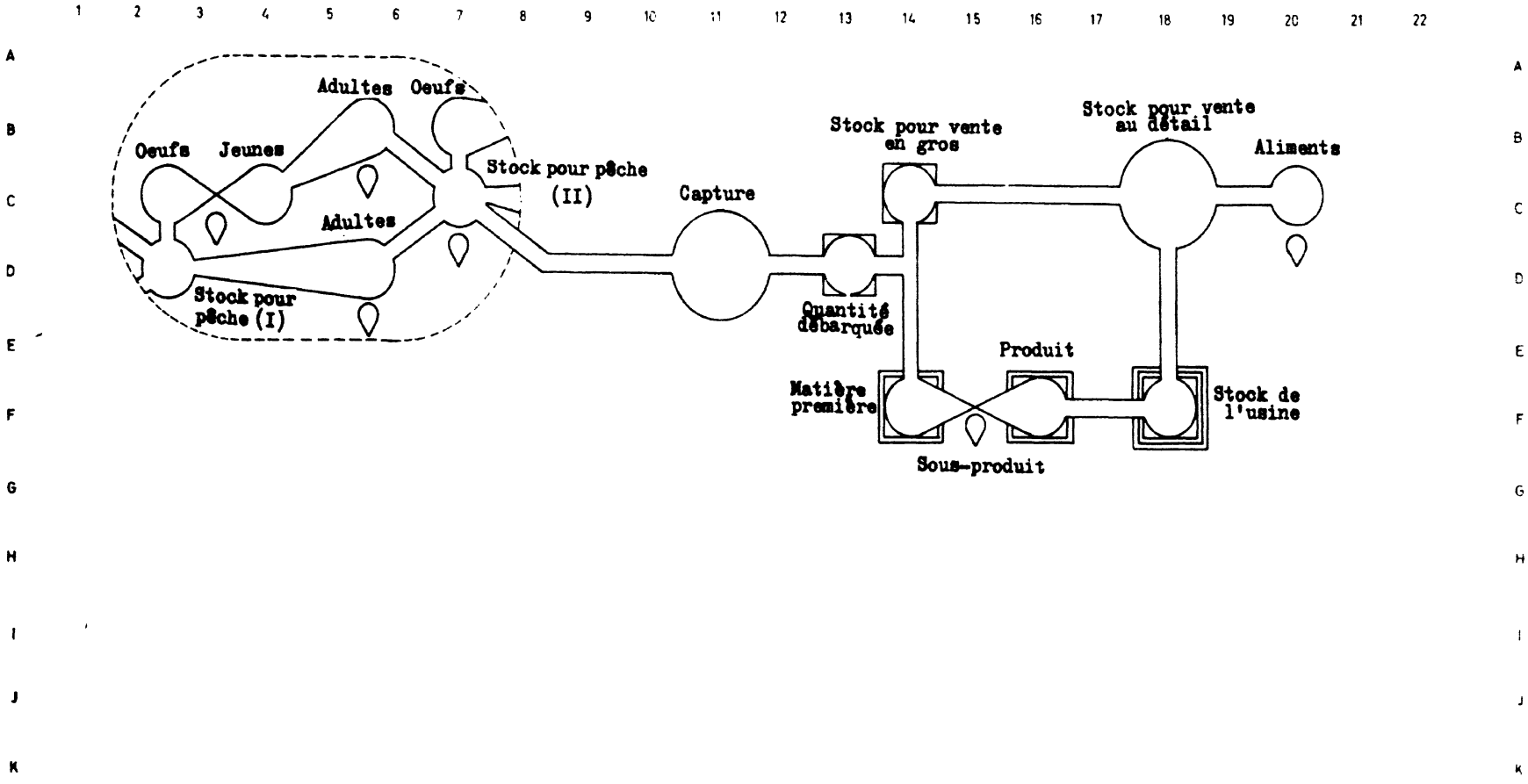
Les rapports fondamentaux entre les différentes composantes de la pêcherie d'un pays sont représentés à la Figure 4, qui servira à établir un concept général de la structure de l'industrie. Cependant, les rapports en question sont plus complexes que ne le suggère cette figure, et cela nous conduit donc au modèle généralisé représenté aux Figures 5, 6 et 7.

Notre modèle est construit sur la base du concept de la séquence et les rapports de roulement du matériel, de l'énergie et des informations. Le premier diagramme semble représenter une structure matérielle, étant donné qu'il a l'air d'un plan, et possède les implications géométriques et géographiques d'une structure matérielle. Toutefois, ce n'est pas son but, car il ne représente qu'une séquence; c'est-à-dire qu'il représente une série d'états que peut prendre une certaine quantité de matériau à partir de sa transformation initiale, en tant que biomasse, en une ressource exploitée (comprise dans l'ellipse en pointillé sur la gauche) sous diverses formes biotiques et industrielles, jusqu'au moment où elle est livrée à un consommateur, sur la droite des diagrammes. La dimension des symboles n'a aucune signification, ni d'ailleurs les distances entre les groupes de deux symboles. Bien que la représentation de la séquence, de gauche à droite, indique un laps de temps dans le mouvement du matériau, les divisions qui figurent au sommet du diagramme ne représentent pas des intervalles égaux: le diagramme ne possède aucune échelle de temps ou d'espace. L'échelle au sommet indique l'ordre de la séquence; celle de gauche doit permettre, en premier lieu, de trouver et de localiser les points à l'intérieur du diagramme; toutefois, elle peut être logique: ainsi, D13-14C ou G peuvent vouloir dire que, depuis le point D13, le matériau peut se diriger vers le point 14, soit C soit G.

Dans la seconde figure, nous avons représenté quelques-unes parmi les forces énergétiques qui meuvent les transferts et transformations de ces matériaux. Sur la gauche, au point B1, nous avons une simple représentation du soleil comme source primaire d'énergie animant le système des ressources. Ensuite, aux points E9, G16 et E16, nous représentons les unités d'opération des secteurs primaire, secondaire et tertiaire, respectivement; à partir de chacune de ces unités, nous avons tiré des lignes jusqu'aux cases du modèle de cheminement du matériau afin de représenter l'application de l'énergie dont dérive un changement d'état ou de disposition du matériau. Ainsi, une unité de pêche emploie son énergie au point C7 (approximativement) afin de retirer le poisson du stock halieutique et de le tuer; au point D12, nous représentons l'application de l'énergie au transport de la capture jusqu'à un point de débarquement. De façon analogue, l'unit de transformation applique son énergie au point D13 (transport vers l'usine), au point F15 (transformation), au point F17 (transport aux entrepôts de l'usine) et au point F18 (réfrigération). L'unité de commercialisation applique son énergie au transport aux points C16, C19 et E18, et aux points C14, et C18 pour la réfrigération. Il convient d'observer que la direction du mouvement de l'énergie à partir d'une unité n'a ici aucune signification géographique; l'application de l'énergie à n'importe quelle particule du matériau, en particulier, a lieu selon la séquence fondamentale établie au premier diagramme.



F: ration des rapports en es compo te d plexe de pêche



Matériau

Accroissement du matériau

Transformation du matériau

Réorganisation du matériau

Transfert du matériau

Perte de matériau

Figure ructure des pêches Cheminemen des ma

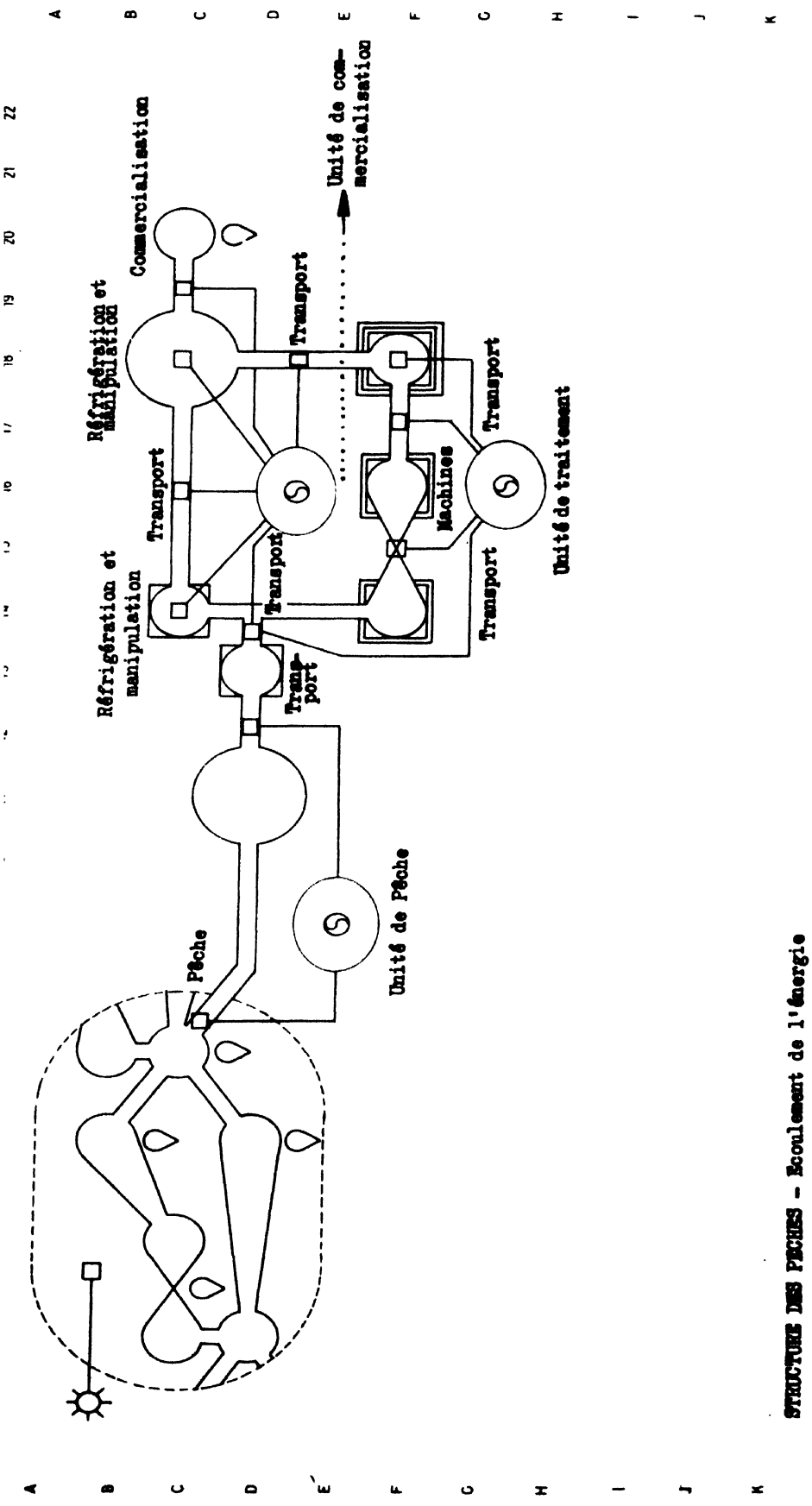
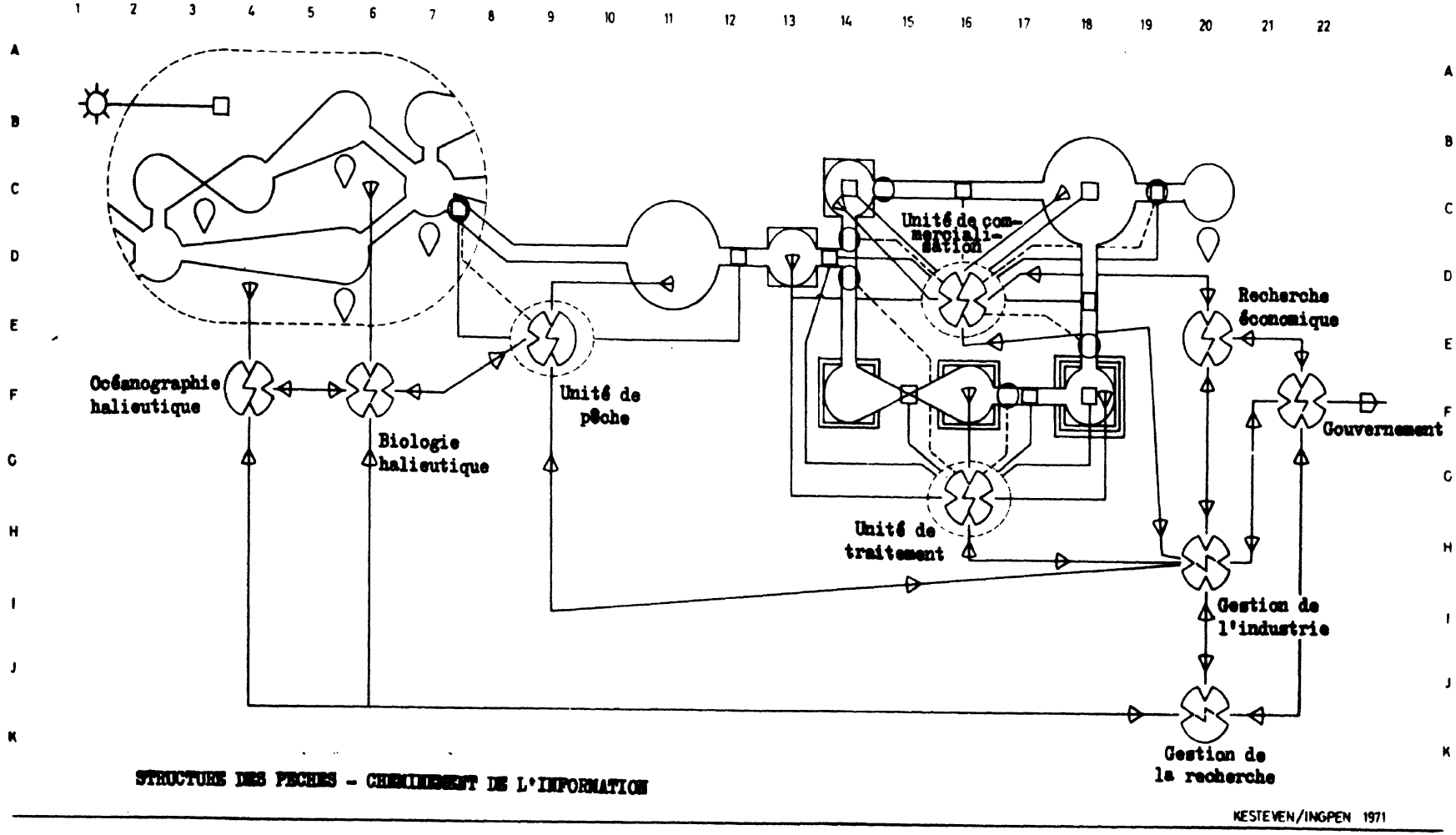


Figure 6. Structure des pêches - Cheminement de l'énergie



STRUCTURE DES PECHES - CHEMINEMENT DE L'INFORMATION

Figure 7. Structure des pêches - Cheminement de l'information

Le lecteur se sera rendu compte que chaque unité d'opération possède au centre un petit rond dans lequel se trouve un "S". Ce petit rond et le "S" (une version du Yin et Yang chinois) représente un symbole du centre de contrôle; une fois transformé, il prend un sens particulier dans le troisième diagramme. Ce diagramme possède un troisième jeu de lignes et des symboles subsidiaires pour représenter la fonction d'information. Ici, avec quelques exceptions près, la relation (de "cheminement") est réciproque, contrairement aux deux autres relations. Le matériau se meut et se transforme dans la séquence représentée à la Figure 1, et bien qu'en divers points de la séquence, le matériau revienne comme pertes, rebuts, etc., à l'écosystème dont le système de ressources tire primordialement ses matériaux, ce retour ne s'effectue pas selon les voies représentées par la figure. (Ceci illustre le dicton selon lequel "une fois l'omelette battue, on ne peut reconstituer les oeufs".) De même, l'énergie en provenance d'une unité d'opération et qui fait subir une transformation au matériau ne suit pas le même chemin de retour. Un moyen de communication tel que le fil du téléphone, toutefois, transporte l'information indifféremment d'un côté à l'autre, et vice-versa.

Dans cette figure, nous avons représenté neuf centres d'information, ou "contrôles"; une industrie particulière peut en posséder plus ou moins. Chaque centre est représenté par une version du centre de contrôle à la Figure 6, mais, dans des conditions d'opération, de sorte qu'il montre l'absence de certains segments qui seraient mis en place par l'acceptation d'articles d'information représentés par des secteurs de lignes d'information. Cette représentation est strictement symbolique, il n'existe aucune correspondance de forme entre le dispositif de contrôle (ou personnel) et le signe (le cercle segmenté et son zig-zag), pas plus qu'entre le mode d'opération du contrôle, au sens matériel, et le signe. Ce que nous devons comprendre c'est que le fonctionnement de chaque unité d'opération est guidé par un centre de contrôle qui reçoit et diffuse des informations; il reçoit (1) des données (des faits dont la correspondance avec le phénomène qu'ils tentent de décrire est variable), (2) assistance (des suggestions sur la manière d'interpréter les données ou d'agir à la suite de l'interprétation), (3) des instructions: il envoie des instructions et renvoie des rapports sur ses propres opérations et observations. Ainsi, le capitaine d'un bateau de pêche (E9) reçoit des renseignements par le fait même qu'il observe la mer, le ciel, le comportement de son bateau et de ses engins de pêche, et il donne des ordres conformément à son interprétation de ces informations; il peut recevoir des informations au sujet du temps ou des marchés, ou d'autres sujets par radio et cette information peut provenir de sources très variées; si son bateau appartient à la flotte dont les opérations sont dirigées par une unité centrale, il reçoit des informations de cette unité dont il tiendra compte lorsqu'il donnera ses ordres. Dans la figure, très peu de rapports d'information de ce genre ont été représentés, étant donné que la représentation de tout ce que nous aurions pu identifier, avec indication de l'émetteur et récepteur dans chaque cas, aurait donné lieu à un diagramme d'une considérable complexité; et en essayant d'inclure tous les détails, nous aurions estompé la représentation analogique et synoptique de la partie essentielle, qui est justement la caractéristique d'un modèle.

Une unité d'opérations est, bien entendu, essentiellement exécutive et le diagramme en fait une certaine représentation au moyen de certaines lignes "d'ordre" spéciales. Par exemple, au point E16, l'unité de commercialisation qui reçoit des informations au sujet des quantités débarquées au point D13, les chiffres de stocks pour ventes en gros et au détail des points C14 et C18, et au sujet de la demande en provenance du contrôle effectué par la Recherche économique au point E20, ouvre ou ferme figurativement les valves en D14 et C19 qui déterminent le rythme et le volume du courant; l'ordre relatif à ce mouvement est transmis au moyen de la ligne pointillée.

Outre la représentation des trois unités d'opérations nous avons représenté la gestion de l'industrie comme un contrôle, au point H/120; nous avons également représenté trois unités de recherche aux points F4, F6 et F21/22. Tandis qu'il est évident que nous n'avons pas représenté tous les rapports d'information qui existent entre ces unités de contrôle, ni même (probablement) toutes les unités de contrôle qui peuvent être intéressées, et bien que notre représentation puisse faire l'objet d'amélioration, notre figure servira de modèle pour une pêcherie.

C'est évidemment les ressources qui servent de base à toute pêcherie. L'ordre de grandeur de la capture (D11) est fonction fondamentalement de la ressource; en tout cas, la ressource est la première cause déterminante de son maximum, alors que ses valeurs moindres dérivent des caractéristiques des autres composantes. C'est-à-dire, les ressources imposent à la capture une limite supérieure4/ qui produit des effets sur les dimensions des caractéristiques structurales et dynamiques du reste du système. Les autres parties du système sont les unités d'opérations des secteurs primaire (pêche), secondaire (transformation) et tertiaire (transport, entreposage et ventes). Le fonctionnement de ces unités dépend de la disponibilité d'une infrastructure portuaire, de distribution d'eau, de combustible et d'énergie, des services de transport et communications; il exige le concours d'un nombre d'industries connexes (constructions navales et réparations, fourniture et entretien d'engins de pêche, équipement, etc.) et il fonctionne dans le cadre du système économique global d'un pays qui détermine l'approvisionnement en main-d'oeuvre et financement et l'acceptation de ses produits. Dans notre modèle on n'a représenté aucun des autres rapports avec l'infrastructure, l'industrie connexe et l'économie générale, sauf dans la mesure où il existe des communications par l'intermédiaire de la gestion, de la recherche et du Gouvernement. Toutefois, à certains niveaux du contrôle des opérations et, dans certains cas, au cours de notre étude du fonctionnement du secteur primaire, nous serons obligés de tenir compte de l'effet des modifications d'état dans les autres systèmes environnant celui qui fait l'objet de notre attention.

L'idée d'environnement se combine à la Figure 7, avec toutes ses imperfections, pour attirer notre attention sur un principe important de ce travail, à savoir, le degré d'autonomie d'un système. Les concepts de "système fermé" et de "système ouvert" ont une valeur pratique considérable dans la recherche appliquée aux opérations, malgré le fait qu'en réalité, aucun système sur lequel nous pouvons avoir une influence n'est vraiement et totalement fermé. Bien que tous les systèmes soient jusqu'à un certain degré ouverts continuellement ou pendant un certain temps, pour des raisons pratiques, nous trouverons utile d'identifier des degrés d'indépendance ou d'autonomie et de spécifier un nombre de classes de systèmes unitaires conformément aux principes de cette identification. Etant donné que nous sommes intéressés principalement par le fonctionnement de systèmes de types différents, et par conséquent par les états que ces systèmes peuvent prendre, nous pouvons établir comme principe de base, que la localisation des déterminants du changement d'état est un critère d'autonomie important; c'est-à-dire, si la cause déterminante d'un changement d'état particulier d'un système réside dans ce système lui-même, ce système donc est autonome quant à ce genre particulier de changement d'état. Ainsi, si un bateau de pêche change de condition de "faire route" à "en pêche" uniquement en raison de la décision de son capitaine, il est autonome à l'égard de ce genre de changement; mais un bateau de pêche n'est pas autonome en ce qui concerne les caractéristiques thermiques puisque celles-ci sont considérablement affectées par la température et les mouvements de l'eau et de l'air, l'exposition aux rayons du soleil, etc. Nous pouvons considérer ensuite ces changements d'état en groupes, et examiner les causes déterminantes quant à l'ordre de grandeur (ou degré de signification) de leur influence. Ainsi, dans le cas d'un bateau de pêche, nous pouvons penser aux états de pêche, la condition physique de la coque et de tout le matériel, les conditions d'efficacité de ses opérations, et ses conditions économiques ou financières. Pour chaque type de condition, nous pouvons identifier des déterminantes et les placer par ordre d'importance, et si nous pouvons décider d'une position par rang d'ordre, ou un niveau de signification de l'effet, au-dessous duquel nous considérerons qu'une condition déterminante ne compte pas, nous obtiendrons un ensemble de critères de l'autonomie. Revenant au cas du bateau de pêche, nous voyons qu'en ce qui concerne les opérations de pêche, les changements de conditions sont en général déterminés par les décisions du capitaine de sorte que le bateau est autonome, en tant qu'unité d'opération dans le domaine de la pêche; nous pouvons dire cela bien qu'il soit évident que, dans certains cas, le temps ou une panne de moteur ou un autre événement prive le capitaine de son pouvoir de décision. Mais si nous voulons donner une

4/ Nous laissons de côté les modifications que l'homme peut apporter aux caractéristiques naturelles qui sous-tendent l'établissement de la limite supérieure; il peut la réduire par la pollution (et par là, réduction de l'habitat)

description de la condition de la coque du bateau et de son matériel, et prédire les changements qui peuvent affecter cette condition (ou démontrer comment ces changements surviennent), nous devrons tenir compte, en dehors du bateau, de certains facteurs de l'environnement, de même que des méthodes utilisées par les chantiers navals et la capacité financière et administrative du capitaine d'entretenir son bateau. Ce sont là les principes que nous avons observés au moment de définir certaines unités fondamentales de la pêche, stock unitaire, unité de pêche, pêcherie unitaire et unités d'opération des secteurs secondaire et tertiaire.

Prenons la question du stock unitaire afin d'illustrer plus avant le principe. Nous définissons le stock unitaire comme une population[5] dont les changements d'état (quant au nombre ou biomasse) occasionnés par l'équilibre de mouvement des individus de l'espèce (par migrations ou transport de plancton) vers la zone occupée par la population ou en dehors de celle-ci sont insignifiants en comparaison avec les changements qu'apportent les variations de reproduction et de croissance au sein de ladite population. Ainsi, si nous nous occupions d'un stock que nous pensions autonome, mais que nous nous rendions compte qu'en fait, les changements d'état ne peuvent pas être enregistrés par nos mesures de la reproduction et de la croissance qui s'y opèrent, nous serions obligés d'aller au-delà des limites que nous nous étions fixées et de spécifier un stock unitaire un peu plus vaste que celui que nous avions envisagé en premier lieu. En outre, nous devons souligner que ce stock est autonome dans un sens limité uniquement, quoique cette définition puisse répondre aux fins de la recherche appliquée à la gestion des pêches; si l'on veut donner une description trophodynamique de ce stock, dans le but de faire des prévisions sur les changements de biomasse, il faut le considérer comme l'une des composantes d'un système plus large défini en termes de processus trophodynamiques.

Dans notre liste d'"unités de pêche", le stock unitaire est unique en ce sens qu'il se définit en termes de processus biotiques exclusivement; la définition des quatre autres unités comprend des relations avec la fonction d'information sur le plan social et la localisation des centres de contrôle.

Bien que nous ayons parlé d'une limite supérieure de la capture, en tant que cause déterminante des caractéristiques des ressources de grande importance dans le domaine des pêches, et par conséquent significative du point de vue de la fonction de décision, il faut se rappeler que la limite supérieure probable de la capture n'est que l'une des caractéristiques de la pêche au sujet de laquelle la biologie halieutique peut avoir quelque chose à dire; en réalité, un biologiste halieutique s'occupera plus vraisemblablement des changements d'état subis par les ressources, c'est-à-dire, ceux qui affectent la distribution, la disponibilité et la composition de la capture. Une description de la structure et de l'état moyen ne représente qu'un travail de base; la tâche la plus importante consiste à décrire, expliquer et, si possible, prédire les changements, puisque ce sont ces changements qu'affectent les décisions à prendre.

2.6 Diagnose des pêcheries d'un pays

La diagnose d'une pêcherie unitaire nous amènera à des conclusions sur le niveau d'exploitation d'une ressource, l'efficacité de celle-ci et celle de l'utilisation de la capture, ainsi que sur les avantages que peuvent en retirer les pêcheurs et les ouvriers de la fabrique, d'une part, et la communauté, d'autre part. Une diagnose des pêcheries d'un pays pousse l'argument plus loin, en ajoutant les résultats de la diagnose d'une pêcherie unitaire particulière et en établissant un rapport entre ceux-ci et la communauté dans son ensemble dans son rôle de consommateur, d'investisseur et de bénéficiaire de l'économie générale. Une telle diagnose doit se baser sur une analyse des ressources/utilisation - ressource naturelle, main-d'oeuvre, équipement - dans le cadre des objectifs généraux de la communauté. L'analyse évaluera globalement les coûts et profits de ces opérations, en termes monétaires et sociaux. On examinera la contribution de l'industrie à l'offre de denrées alimentaires et à l'emploi, et on comparera les coûts de ces contributions avec ceux des contributions correspondantes d'autres industries.

5/ Une population est un assemblage d'individus d'un type spécifié, dans un espace spécifié, à un moment spécifié

L'objectif général de ce travail est de fournir des renseignements sur lesquels les personnes responsables des décisions pourront baser leurs programmes en vue d'obtenir une utilisation optimale et entière des ressources. Etant donné que le mot "optimale" signifie que l'on exerce un jugement de valeur, les résultats se trouvent donc placés dans le contexte d'un système différent dans lequel les résultats ne sont plus l'aboutissement d'un argument, mais plutôt parmi les bases d'une nouvelle discussion.

3. STRATEGIE ET PROGRAMMES DE RECHERCHE DE LA SCIENCE HALIEUTIQUE

3.1 Généralités

Les systèmes-objets dont s'occupent les spécialistes halieutiques sont réellement extrêmement variés; leur étude requiert l'application de méthodes provenant de plusieurs domaines scientifiques. A ce stade, il est nécessaire de prendre conscience de ces exigences et de considérer comment peuvent s'organiser les activités dans chaque domaine de recherche et comment elles peuvent être reliées aux activités d'autres domaines pour contribuer à un système intégral de pensée relatif aux pêcheries dans leur ensemble. On commence par un bref examen des branches reconnues de la science halieutique et un essai sur l'une d'entre elles qui n'est pas particulièrement reconnue, ensuite l'on considère un principe disciplinaire qui sert de moniteur pour garder leur cours à ces études; puis, l'on jette un coup d'oeil à différents programmes.

3.2 Quelles sont les branches de la science halieutique?

L'une des façons d'organiser nos pensées au sujet du genre de recherche exigée est d'établir une classification plus complète des systèmes étudiés par les spécialistes halieutiques, ce qui peut se faire au moyen du Tableau 4 ci-dessous dans lequel nous faisons une distinction entre les secteurs primaire, secondaire et tertiaire de la pêche. Le secteur primaire est celui qui s'occupe directement d'extraire le matériau de la ressource, autrement dit, le secteur primaire consiste dans la pêche et la pisciculture. Le secteur secondaire a trait à la transformation de ce qui est extrait de la ressource; il s'occupe de transformer la capture de poisson et de lui donner une autre forme. Nous pouvons employer ce terme au sens strict du mot, en considérant comme industrie secondaire uniquement celle qui change intégralement la forme naturelle du poisson, ou nous pouvons également inclure quelques transformations moins complètes; nous pouvons considérer comme industrie secondaire uniquement celle qui opère la conversion du poisson en farine, ou huile, ou le contenu des boîtes de conserve, ou nous pouvons inclure toutes les modifications telles que celles qui consistent à ôter du poisson, le vider et en faire des filets; les limites que nous nous fixons ne répondront vraisemblablement qu'à des questions de commodité bien qu'elles puissent être imposées par les caractéristiques d'une pêcherie particulière. Le secteur tertiaire est celui qui traite de la manipulation, l'entreposage, le transport, et la vente; ce secteur ne fait subir aucune modification au produit, mais, dans le langage de l'économie classique, il ajoute des éléments de temps et d'espace au produit; c'est-à-dire, ce secteur retient le produit jusqu'à ce que le consommateur veuille l'acheter, et transfère le produit du lieu de l'offre au lieu de la demande. Il est intéressant de noter que ces éléments de temps et d'espace représentent très souvent une valeur plus élevée que les éléments fournis par les activités des pêcheurs et par celles de l'industrie secondaire.

Nous voyons de plus dans ce tableau que, pour chaque secteur de l'industrie, nous devons considérer (1) le matériau sur lequel le secteur travaille; (2) l'équipement qu'il utilise pour son travail; (3) la main-d'oeuvre qui fait fonctionner cet équipement; et (4) l'organisation de cette main-d'oeuvre et équipement dans l'activité industrielle. Finalement, il faut observer les rapports de cette industrie avec l'économie générale du pays, principalement avec l'infrastructure économique et ensuite avec l'économie sous presque tous ses aspects.

En général, l'industrie exige un ensemble d'activités scientifiques qui ont trait aux matériaux que l'industrie travaille, un autre ensemble qui se rapporte à l'équipement, et un autre encore concernant l'organisation et la main-d'oeuvre. La science qui traite des

Tableau 4

Secteurs industriels

	PRIMAIRE	SECONDAIRE	TERTIAIRE
	Pêche et pisciculture	Traitement	Manipulation, entreposage, transport, ventes
Matière première	Ressource	Capture	Capture et poisson séché, en conserves, etc.
Produit	Capture	Poisson séché, en conserve, etc.	
Unité d'opération	Unité de pêche Pisciculture	Usines de transformation	Entrepôts, transport, marchés, magasins
Equipement et matériel	Bateaux, engins, étangs	Mise en conserve, séchage, fumage, traitement industriel, etc.	Transporteurs, étalages, etc.
Main-d'oeuvre	Pêcheurs (plusieurs catégories) Gérants de flotte Pisciculteurs	Ouvriers	Magasiniers, main-d'oeuvre des marchés, vendeurs
Organisation	Unités d'armement propriétaires Unités coopératives Unités de compagnies	Artisanale Coopérative Compagnie	Grossistes Détaillants
Demande d'infrastructure	Installations portuaires de pêche Radio	Distribution d'eau, d'énergie, écoulement des eaux, transport public Communications	Distribution d'eau, d'énergie, écoulement des eaux, transport public Communications
Recherche			
Sciences naturelles	Biologie des ressources Océanographie et limnologie Biologie des altérations	Biochimie des altérations Bactériologie	Bactériologie des altérations
Technologie	Architecture navale des navires de pêche Technologie des engins Technologie des aliments Génie des étangs	Technologie des aliments Génie industriel	Technologie des aliments Génie industriel
Sciences sociales	Economie Recherche appliquée aux opérations	Economie Recherche appliquées aux opérations	Economie Recherche appliquée aux opérations

matériaux consiste essentiellement en la biologie halieutique, complétée par l'océanographie halieutique, mais la technologie des aliments provenant de la pêche s'occupe de la recherche appliquée à l'équipement qu'utilise l'industrie et l'économie halieutique traite de la main-d'oeuvre et de l'organisation.

3.2.1 Biologie halieutique: sa tâche est de fournir aux pêcheurs et à ceux qui, soit dans l'industrie soit au gouvernement, administrent les pêcheries, les réponses aux questions de savoir où, quand et comment il faut pêcher et combien ils peuvent capturer. Les biologistes halieutiques décrivent la distribution de chaque espèce, non seulement en termes zoogéographiques de l'étendue de la distribution, mais plus précisément en termes de modules "aionomorphiques" et des frontières mouvantes de la distribution de chaque peuplement "aionomorphique" et établissement des rapports entre ces caractéristiques de distribution avec celles de l'habitat; ils se tournent vers l'océanographie et la limnologie pour utiliser leurs résultats en tant que données sur l'habitat. Ensuite, ils étudient la structure et la dynamique de chaque population formant la ressource, pour laquelle ils doivent, toutefois, établir en premier lieu une description sûre de la biologie de l'espèce; de telles études conduisent à des assertions sur les niveaux de capture qui peuvent être extraits de chaque stock et à la prévision des changements qui auront lieu quant à la disponibilité du stock et,par conséquent, dans les captures qui peuvent en être obtenues. En outre, ils étudient le comportement de chaque espèce afin de pouvoir indiquer les circonstances qui président à sa vulnérabilité. Outre cela, leur travail conduit, dans le cas de certaines espèces, à la formulation de méthodes d'intervention sur les ressources: administration de l'habitat et aquaculture.

Il existe un autre domaine de travail de la biologie qui s'insère dans le cadre de la science halieutique, à savoir, la biologie du traitement, entreposage et manipulation du poisson; soit la biologie de l'altération, en tant qu'autolyse et résultat d'une activité bactérienne; mais ici il convient d'observer quelques règles, ainsi que nous le verrons plus loin, en ce qui concerne les limites de la recherche de notre science.

3.2.2 Technologie halieutique: elle possède deux divisions, la technologie des engins et la technologie des aliments. La technologie halieutique des engins s'occupe des engins de pêche, ceux qui sont employés pour l'opération de pêche en soi et ceux qui se trouvent à bord du bateau pour faire fonctionner les engins de pêche proprement dits; elle traite des engins de pêche en ce sens qu'ils servent matériellement à rechercher, capturer et tuer le poisson. Elle s'occupe également d'établir les modèles de bateau de pêche et du matériel et équipement pour la détection des poissons, tels qu'échosondes, sonars et autres équipements. Elle traite aussi de l'ingéniérie des établissements d'aquaculture. La technologie d'origine aquatique s'intéresse aux méthodes de traitement, entreposage et transport du poisson qui constituent en partie, une question dont traite la chimie industrielle, et, en partie, le génie civil. La technologie possède également une responsabilité générale en ce qui concerne les installations portuaires destinées aux activités de pêche, les projets de débarcadères et embarcadères et tous les services et installations qu'exigent une flotte et la logistique de ses opérations.

3.2.3 Economie halieutique: elle s'occupe de la structure institutionnelle de l'industrie, des rapports de la pêche elle-même avec le reste de l'économie du pays; elle traite de l'administration des entreprises, des problèmes de main-d'oeuvre et, bien entendu, de tous les problèmes de commercialisation et d'offre et de demande, des coûts et profits, des prix et de tout ce qui entre en jeu dans la détermination des prix.

3.2.4 Recherche appliquée aux opérations: c'est un domaine où les spécialistes halieutiques de différentes disciplines (mais en particulier les biologistes halieutiques) ont travaillé de temps à autre, peut-être sans s'en rendre compte (comme le Bourgeois gentilhomme de Molière). Les travaux dans ce domaine concernent l'évaluation de la valeur des différentes lignes de conduite à suivre, en ayant une connaissance entière des implications techniques de chacune d'entre elles et une appréciation adéquate de leurs coûts et profits. Ses méthodes vont au-delà des études coût/profit, de la programmation linéaire et des techniques similaires, et s'appliquent à l'estimation de facteurs techniques et sociaux, qui,bien souvent, ne peuvent être quantifiés. Ce domaine commence à peine à se développer.

3.3 Les limites d'opération de la recherche appliquées aux sciences halieutiques

La description ci-dessus des branches de la science halieutique a été faite uniquement dans ses lignes les plus générales. Pour avoir un aperçu plus précis, il faut tout d'abord considérer un principe fondamental de la délimitation du champ de la science appliquée. La question se pose de savoir jusqu'à quel point la poursuite d'une recherche des circonstances causales est légitime lorsqu'on essaie de comprendre un système d'intérêt immédiat?

Nous avons déjà discuté du mot "ressource" et de la façon dont il sert à concentrer notre attention dans le domaine de la science halieutique; une conséquence ultérieure en est la spécification des limites de la biologie halieutique, à savoir, que si nous disons: "la biologie halieutique concerne l'étude des ressources", nous sommes en train de dire d'un seul coup qu'en principe, nous excluons du domaine de la biologie halieutique les organismes qui ne constituent pas des ressources. Bien entendu, les biologistes halieutiques étudient quelquefois des organismes qui ne constituent pas des ressources et lorsqu'ils les étudient, c'est parce que ceux-ci, bien qu'inutilisables par l'homme à des fins immédiates, ont un certain effet sur des organismes qui, eux, constituent des ressources. Ces autres organismes inutilisables peuvent être une source de nourriture pour ceux qui sont exploités, ou piller ces peuplements, ou avoir d'autres rapports d'une nature différente avec ceux-ci. Toutefois, la détermination de ce qu'étudieront les biologistes halieutiques commence par les organismes qui constituent des ressources; une décision d'aller au-delà de l'étude de ces organismes immédiats pour en étudier d'autres, qui, pense-t-on, constituent des facteurs significatifs de l'habitat des organismes de la ressource, sera prise, en termes d'évaluation de l'importance de l'effet de chacun de ces autres organismes.

L'application de ce critère devient une question d'urgence pratique quand une élaboration plus raffinée des résultats ne semble possible qu'au moyen d'une étude d'un système qui a un effet déterminant et significatif sur les caractéristiques d'un peuplement étudié. Ainsi, des indications peuvent exister selon lesquelles l'intensité de la prédation effectuée sur un certain peuplement "aionomorphique" juvénile particulier est extrêmement variable et constitue le facteur déterminant principal du niveau de recrutement du stock adulte et, par là même, des changements annuels de disponibilité; en examinant cette question de plus près, il peut se faire qu'à la suite de l'étude de la population de l'espèce responsable de la prédation, on voit que le contrôle de cette espèce contribuerait grandement à l'efficacité du système établi pour prédire les modifications de disponibilité de la population. On peut, ensuite, comparer la valeur économique des prédictions sans avoir les renseignements relatifs à l'autre espèce avec la valeur économique des prédictions faites au moyen desdits renseignements; ceci démontrerait si le coût de la recherche appliquée à l'autre espèce était justifiée. Toutefois, il convient de noter qu'il est douteux que notre science soit suffisamment developpée à ce stade pour pouvoir établir de telles comparaisons et arriver à de telles conclusions avec certitude. Cependant, l'application des critères de limites de l'étude est aussi valide que nécessaire, non seulement en ce qui concerne les études des autres bioties, mais encore des caractéristiques physiques et chimiques de l'habitat.

Lorsque nous nous tournons vers d'autres branches de la science halieutique, nous voyons que cette sorte d'argument prévaut et très souvent, nous nous rendrons compte que les spécialistes engagés dans des champs de travail connexes peuvent fournir des résultats dont ont besoin les activités halieutiques. Par exemple, tandis qu'un technologue en engins étudie le comportement des engins de pêche dans des situations réelles, et utilise les instruments des physiciens pour mesurer les forces et pour étudier la position dans l'espace d'un engin en fonctionnement, il ne lui sera pas nécessaire d'étudier les principes de la physique sur lesquels repose le phénomène qu'il observe; pas plus qu'il n'aura, comme autre exemple, à entreprendre une étude détaillée des propriétés des matériaux dont sont fabriqués les engins de pêche: ils peuvent étudier l'effet de certaines caractéristiques, telles que la résistance à la traction du fil, et ainsi de suite, sur un engin de pêche en fonctionnement mais une étude de la résistance à la traction des fils ne peut être préconisée comme sujet de recherches de technologues en engins de pêche. Ce principe a encore plus de valeur en ce qui concerne les secteurs secondaire et tertiaire où l'étude des produits de la pêche et de leur technologie peut permettre de tirer des résultats d'études d'autres produits alimentaires:

l'idiosyncrasie des matières premières de ces secteurs est inférieure à celle des matières vivantes extrêmement individuelles du secteur primaire. Par analogie, bien des aspects socio-économiques des pêches peuvent être traités pari passu avec d'autres industries.

3.4 Programmes de science halieutique

Les programmes de science halieutique peuvent s'organiser de beaucoup de façons différentes et il est possible qu'aucune méthode n'ait d'avantages particuliers par rapport aux autres; toutefois, il sera utile d'en examiner certaines parmi celles qui ont été utilisées pour organiser des programmes halieutiques. On peut les organiser selon les types de ressources, en suivant, en premier lieu, une classification qui distingue, du point de vue géographique, les ressources marines des ressources continentales. Un programme sur ressources marines peut se diviser en ressources littorales et en ressources de haute mer, ces dernières pouvant également se subdiviser en ressources pélagiques et bathypélagiques, tandis que les ressources littorales peuvent être classées en ressources pélagiques, entre deux eaux et démersales. Les ressources continentales peuvent se répartir suivant qu'il s'agit de ressources naturelles sauvages, ou de stocks de culture. Par ailleurs, le travail peut être organisé selon des catégories taxonomiques: poissons à écailles, mollusques, crustacés et autres invertébrés, et non seulement les recherches appliquées aux sciences naturelles, mais également la recherche connexe traitant de la technologie des engins de pêche et de l'économie, peuvent de façon tout à fait raisonnable s'organiser en fonction de chacune de ces catégories particulières. On peut choisir n'importe quelle orientation parmi celles-ci, étant donné que l'industrie organise ses activités plus ou moins en fonction d'une combinaison de ces divisions, géographiquement et en vue de stocks particuliers. Mais, de nouveau, la recherche peut s'organiser simplement en fonction des pêcheries unitaires. La recherche, d'autre part, peut s'organiser par disciplines, en assignant un groupe à la biologie générale, un autre à la recherche appliquée aux populations, un autre encore à la recherche appliquée aux caractères physiologiques et au comportement, un groupe à l'océanographie physique et chimique, et un groupe aux aspects de l'océanographie biologique et, ensuite, des groupes à la technologie et à l'économie. Finalement, les programmes peuvent être organisés suivant les objectifs principaux; à cet égard, un groupe peut être responsable de l'exploration et de la prospection, l'autre du développement, et un autre encore de l'administration et de la réglementation.

En principe, on ne peut dire a priori qu'une méthode d'organiser les programmes est meilleure qu'une autre. Presque toutes ces méthodes peuvent être observées dans un pays ou un autre, et il pourrait être quelque peu difficile d'affirmer qu'un pays se trouve dans une situation avantageuse par rapport à un autre,simplement parce qu'il a choisi une méthode de programmation particulière. Toutefois, le choix du programme devrait probablement avoir un rapport avec les conditions locales, en ce qui concerne le stade des différentes sciences et l'urgence des besoins pour obtenir des résultats de types particuliers. Par exemple, un pays qui possède des pêcheries bien développées ayant un besoin urgent de connaître les résultats des évaluations de stocks afin qu'ils servent de base à l'administration et réglementation des pêches, peut fort bien décider d'organiser ses recherches en fonction des pêcheries unitaires. Dans un autre pays, où les pêcheries sont en voie de développement, où la science halieutique elle-même est à ses débuts, où le personnel doit être formé et où la biologie classique constitue la base de leur formation, il pourrait être prudent d'organiser la recherche simplement en fonction des groupes taxonomiques afin de tirer le plus d'avantages possibles des connaissances communes acquises par les spécialistes s'occupant de groupes taxonomiques particuliers.

Le choix correspond en quelque sorte à la séquence selon laquelle les connaissances sont acquises. Grosso modo, la séquence s'établit comme suit:

- découverte et identification du système (unité de pêche) dans un sens statique et dynamique,
- rassemblement et évaluation des connaissances courantes relatives à la ressource,
- identification et évaluation des insuffisances des connaissances relatives à la ressource, et identification des déficiences ou erreurs du régime de pêche provenant de renseignements erronnés relatifs à la ressource.

- établissement de programmes de recherche tendant à obtenir les renseignements nécessaires,
- planification des coûts et, ensuite, réalisation de la recherche,
- formulation sur la base des résultats des recherches, de propositions relatives à un régime de pêche,
- établissement d'un système de contrôle de l'habitat, des ressources, et de l'industrie aux fins de l'exploitation rationnelle,
- établissement, dans la mesure du possible, d'une biotechnologie dans le but d'exercer une intervention directe sur la ressource.

Lorsque l'on planifie des travaux se rapportant à un pays totalement sous-développé qui ne possède même pas un inventaire de ses ressources, il est vraisemblable que l'on s'attachera plus particulièrement aux études taxonomiques et de distribution, puisque ce sont des renseignements qui sont les plus urgents. Dans un pays où existent déjà des travaux de base se référant à la distribution et un inventaire des stocks, les études devraient porter sur l'autonomie des stocks et sur leur évaluation, ou tout au moins une estimation des chiffres de capture que l'on peut attendre de chaque stock; les résultats de ces travaux serviront de base à la planification du développement de l'industrie quant aux dimensions de la flotte et à la capacité des installations côtières nécessaires à l'entretien de la flotte et à la manipulation des quantités capturées.

Un pays dont les pêcheries sont déjà très développées et qui requiert d'urgence une évaluation des stocks en vue de leur réglementation, programmera des travaux principalement en vue de répondre à ces besoins, en même temps qu'il exécutera peut-être des travaux sur d'autres plans et pour d'autres ressources. Plus avant, nous nous trouvons face au besoin de posséder une connaissance des ressources, telle qu'il nous soit possible d'exercer une intervention directe; comme c'est le cas, par exemple, du Canada où se pratique, grâce à l'évaluation des stocks de saumon et des renseignements très détaillés sur tous les aspects de la biologie desdites ressources et de la technologie de leur pêche, une intervention directe en vue de préserver et d'augmenter le recrutement; dans le cas du Canada, on a besoin d'études approfondies de l'écologie et, en particulier, de l'écologie physiologique.

La question de la programmation de la recherche est liée aux résultats que l'on peut attendre de cette recherche. La biologie halieutique, comme nous l'avons dit plus haut, est obligée de faire rapport du lieu, du moment et de la façon dont les captures sont réalisées et des quantités qui peuvent être extraites de la ressource; cette dernière caractéristique comprend le bilan des quantités qu'il est possible d'exploiter lorsqu'une intervention directe s'exerce sur celle-ci, soit que cette intervention prenne la forme d'élevage et autres pratiques similaires tendant à préserver et à augmenter le recrutement de stocks sauvages ou, tout au contraire à l'autre extrémité la culture intégrale d'une espèce depuis l'oeuf jusqu'au moment de la récolte.

On attend de la technologie qu'elle puisse analyser les opérations de chaque type d'unité d'opération, mesurer l'efficacité d'une manière extrêmement détaillée, découvrir les défauts et, ensuite, suggérer des méthodes pour corriger ces défauts, de même que d'inventer de nouveaux matériels et équipements pour accroître la productivité. La technologie doit également trouver le moyen de réduire ou, si possible, d'éliminer les pertes et de diminuer considérablement les risques qui sont inhérents aux pêcheries.

L'économie a des responsabilités similaires; elle a le devoir de proposer des méthodes d'organisation des activités, afin d'atteindre au maximum les objectifs économiques et sociaux, ce, conformément à la définition classique de ce qui représente l'économie, à savoir, la répartition de ressources peu abondantes. L'économie doit aider les pêcheurs et les industriels à prendre des décisions pertinentes afin d'utiliser au mieux les ressources, et les produits qui en dérivent, dans l'intérêt de la communauté. Pour ce faire, l'économie doit analyser la structure institutionnelle de l'industrie et le fonctionnement de ses marchés.

Et en fin de compte, la science halieutique doit, de la même manière que la recherche appliquée aux opérations, rassembler ces programmes individuels.

3.5 Le choix des projets de recherche

De ce qui précède, nous voyons que l'établissement des programmes est contrôlé - nous pourrions même dire régi - par deux principes:

(1) que la recherche doit être opportune; c'est-à-dire, en accord avec l'état des industries qu'elle dessert;

(2) qu'elle doit être pertinente; c'est-à-dire, se rapporter à un système identifié, et se réaliser au delà de ce système uniquement dans la mesure (comme indiqué au Chapitre 1er) où cela est nécessaire pour fournir des explications.

C'est une caractéristique des méthodes de cette science, qu'elle présuppose un contrôle constant des décisions relatives à la programmation et à la portée de ses activités, et que de nombreux critères appliqués au cours des opérations de contrôle découlent, d'une part, d'un examen cybernétique de la recherche en soi, et d'autre part, de l'application de ses résultats.

La méthode de contrôle à laquelle on se réfère ici se base sur une procédure de mise à l'épreuve de chaque proposition de projet de recherche en incorporant la proposition à une hypothèse qui, à son tour, est mise à l'épreuve. Ainsi, dans le cas des deux stocks représentés à la Figure 3 et dont on a discuté au Chapitre 1er, une proposition tendant à réaliser une recherche sur l'identification de stock pourrait être incorporée à une hypothèse telle que: "des avantages économiques importants seraient obtenus si l'on établissait des régimes indépendants dans ces zones de pêche; par conséquent, on devrait réaliser des recherches afin d'obtenir des renseignements qui permettraient de fixer ces régimes". Cette proposition pourrait être mise à l'épreuve en évaluant les coûts de la recherche, ajoutés aux frais de mise en place des nouveaux régimes et de leur application, en regard de la valeur de la capture supplémentaire (quant à sa composition ou quantités) ajoutée à toute diminution des coûts d'opération. Cette comparaison se ferait en faisant des calculs basés sur les données disponibles, mais ne consisterait pas en une simple opération de comptabilité. En premier lieu, il s'agirait de prendre une décision quant à la période de profits à laquelle les frais de recherche et de changement devraient être assignés. En second lieu, et ceci soulève des difficultés beaucoup plus grandes, il y aurait lieu de procéder à une comparaison avec un certain nombre d'alternatives. On commencerait par faire des calculs de rendement relatifs au régime simple et aux régimes doubles, en prenant comme variables diverses valeurs telles que capture totale, montant de l'effort, taille minimale au moment de la première capture, durée de la saison, etc.; en ayant à sa disposition les données sur la population (ainsi qu'indiqué), ces calculs sont directs pour les régimes individuels, et les méthodes relatives au stock mixte seraient pertinentes en ce qui concerne le régime simple. Cet exercice peut permettre de réfuter, sur-le-champ, la première partie de l'hypothèse, mais s'il n'en était pas ainsi, il fournirait la base sur laquelle on procéderait à l'évaluation des coûts et profits indiqués plus haut.

Dans certaines sphères, il existe une tendance selon laquelle toute recherche est justifiable et puisque le coût de la recherche est négligeable en comparaison avec la valeur du profit qui découle de son application, on ne devrait rejeter ou différer aucune recherche en raison des frais à engager. Aucune de ces propositions ne saurait être acceptée sans qu'il y soit fait des réserves énergiques, même dans une institution de recherche relativement libre; elles doivent être rejetées conjointement ou séparément vers les institutions de recherche appliquée.

4. APPLICATIONS DES RESULTATS DE LA SCIENCE HALIEUTIQUE

4.1 Généralités

L'application des résultats de toute activité scientifique est effectuée par des personnes qui modifient leurs décisions et leurs actes conformément à ce qu'elles ont appris grâce auxdits résultats. Les résultats n'apportent pas de changements dans les situations physiques; leur effet doit être mitigé par l'exercice de la fonction de décision de même que par l'exécuteur réel de la décision. En pratique, l'application de résultats s'identifie avec les changements industriels en soi, mais ceci dans un certain sens peut nous induire en erreur. Comme simple illustration, considérons le cas dans lequel la recherche a démontré la présence,dans des zones de pêche non exploitées, d'un stock de valeur d'une certaine espèce importante du point de vue commercial; supposons que, comme conséquence de cette découverte, des bateaux transfèrent leurs activités à la zone récemment explorée et la capture halieutique nationale s'en trouve augmentée. La décision des patrons de pêche (ou ses propriétaires) d'orienter les navires vers de nouvelles zones, au lieu des anciennes, constitue l'application directe du résultat de la recherche; les activités de pêche dans les "nouvelles" zones sont conduites sur la base des renseignements fournis par la recherche et leur résultat consiste en une augmentation de la capture. Mais les profits ne sont pas directement équivalents à l'augmentation de la capture: ils peuvent être moindres en raison d'une chute de la quantité capturée dans les zones antérieures provoquée par un effort réduit; mais ils peuvent être plus substantiels en raison des améliorations apportées à la pêche dans les zones précédentes, basées sur un effort plus faible.

En d'autres termes, l'application des résultats doit être envisagée, eu égard à leur effet immédiat - les modifications de décision et d'action qui font suite directement à la disponibilité de nouveaux renseignements - et ensuite être l'objet d'une évaluation en termes de différence (quant aux résultats économiques ou autres) entre ce qui avait lieu avant que les résultats ne soient disponibles et ce qui advient après. Dans ce chapitre, nous traitons des décisions à prendre dans le domaine des pêcheries, au sujet desquelles des renseignements en provenance de la recherche sont nécessaires, et par la suite, de certains changements qui affectent les opérations qui découlent des changements survenus dans l'information.

4.2 Fonction de la décision

Bien que la pêche s'occupe du changement d'état et de la disposition des matériaux et des dépenses d'énergie y afférentes, ses centres de contrôle et l'organisation des rapports d'information entre ces derniers déterminent la structure et le fonctionnement du système et lui donnent la caractéristique d'un système social (bio-technico-socio-économique) et le distinguent d'un système écotique. La signification du réseau de communications d'un système social réside en ce qu'il dessert une fonction-décision au moyen de laquelle l'homme exerce son emprise sur son contexte. Ce n'est pas le moment d'entreprendre un examen des conséquences philosophiques et autres de l'existence de la fonction-décision; ce dont nous nous occupons ici consiste en la nature et le déroulement de cette fonction dans une pêcherie.

Les décisions que nous devons considérer peuvent être examinées sous divers aspects. Nous pouvons d'abord les considérer quant au lieu où elles doivent être prises dans l'industrie et aux activités qu'elles affectent. Ainsi, des décisions d'un certain genre au sujet des bateaux de pêche peuvent être prises par le patron du bateau et d'autres décisions de nature différente par d'autres membres de l'équipage. Dans une usine de traitement, les décisions sont prises par le directeur, les contre-maîtres, les ingénieurs et autres opérateurs.

Nous pouvons également considérer les décisions quant à ce que nous pouvons appeler la portée de l'effet, en graduant la portée en y ajoutant le terme: politique, stratégie et tactique. Les décisions tactiques sont celles qui, au cours de l'événement en soi, donnent la méthode pour accomplir ce qui a déjà été décidé. Les décisions stratégiques se rapportent aux objectifs principaux, mais intermédiaires, qui doivent être atteints si les buts finaux

de la politique doivent être réalisés; les décisions stratégiques déterminent également les lignes de conduite principales à suivre pour atteindre les objectifs intermédiaires, eu égard à l'opinion selon laquelle la méthode pour atteindre un objectif intermédiaire fait généralement partie de l'objectif de la politique.

Ensuite, nous pouvons considérer les décisions relatives au cadre de l'action dont nous discutons. C'est-à-dire, la portée d'une décision n'est pas (soit potentiellement soit en ce qui concerne les résultats de sa mise en pratique) simplement une fonction de notre pensée, exprimée comme intention; elle est également fonction de la portée de l'action, la variété des alternatives que nous offre la situation dans le cadre de laquelle la décision doit être prise. Cet aspect particulier a une signification spéciale, comme nous le verrons, pour les travailleurs de la recherche en raison du but de la recherche qui consiste en fait, à élargir le champ de la décision et, par l'application de la recherche, à modifier la situation de la décision.

Nous pouvons démontrer l'importance de ce dernier aspect de la décision en considérant les différentes stades qu'une pêcherie peut traverser au cours de son histoire. Mais avant de procéder à cet examen, nous devrions examiner la nature du "développement". Nous pourrions être enclins à considérer que tout changement d'un industrie dont découle une augmentation de capture constitue un progrès. Nous devons faire observer ici que cela revient à prendre un aspect du fonctionnement d'une pêcherie comme indicateur de son état, une méthode qui équivaut à juger le développement physique, mental et social d'un enfant par le poids qu'il peut soulever. Une telle opinion signifierait qu'une fois qu'une pêcherie a atteint son maximum, elle serait incapable de se développer plus avant; ce point de vue voudrait également dire que nous avons décidé que le volume de la capture était notre seul objectif, et que sa dimension était le seul critère de notre succès dans le domaine de la pêche. Toutefois, il existe d'autres critères et d'autres objectifs; par exemple, nous pouvons donner plus d'importance à la valeur monétaire ou diététique de la capture, ou à l'opportunité de l'offre, ou à l'endroit où elle se trouve, ou sa forme, tout ceci aux dépens du volume global; nous pouvons aussi vouloir évaluer une pêcherie en termes des emplois qu'elle offre, ou de sa productivité, ou d'un coefficient dérivé d'une analyse coût/profit sociale. Ainsi, il existe beaucoup d'objectifs que nous pouvons choisir comme critère pour juger le "développement" d'une pêcherie, et nous pouvons vouloir appliquer non pas un seul critère mais un ensemble de critères. Toutefois, certains de ces critères se rapportent uniquement à la taille, tandis que d'autres ont trait à l'efficacité, et nous avons besoin d'une terminologie pour décrire les changements subis par une pêcherie qui permettent de distinguer entre un simple changement de taille et les changements qui affectent l'organisation, etc., et déterminent son efficacité. Nous suggérons que, dans ce but, nous empruntions à la biologie les concepts de "croissance", en tant qu'addition de matériaux qui augmente la dimension d'une forme déterminée à l'avance, et "développement" une réorganisation et changement de composantes qui établissent une nouvelle forme possédant un ensemble nouveau de qualités.

4.3 Historique d'une pêcherie

Passant maintenant à l'historique d'une pêcherie, nous pouvons considérer le diagramme généralisé de la Figure 8, dans lequel l'historique d'une pêcherie est schématiquement divisé en quatre phases principales et ses circonstances accentuées par la représentation de deux caractéristiques de fonctionnement et d'une caractéristique de structure. Dans la première phase, qui consiste dans le développement fondamental, les zones de pêche sont cartographiées, on apprend la distribution du poisson selon des modèles principaux, et les navires et engins sont adaptés au comportement du poisson et aux caractéristiques des zones; on forme les pêcheurs; dans quelques cas, ces changements doivent être accompagnés par un développement similaire des installations et services à terre, dans d'autres cas, l'entretien du nouvel équipement et la manipulation de la capture additionnelle peuvent être exécutés par les installations existantes.

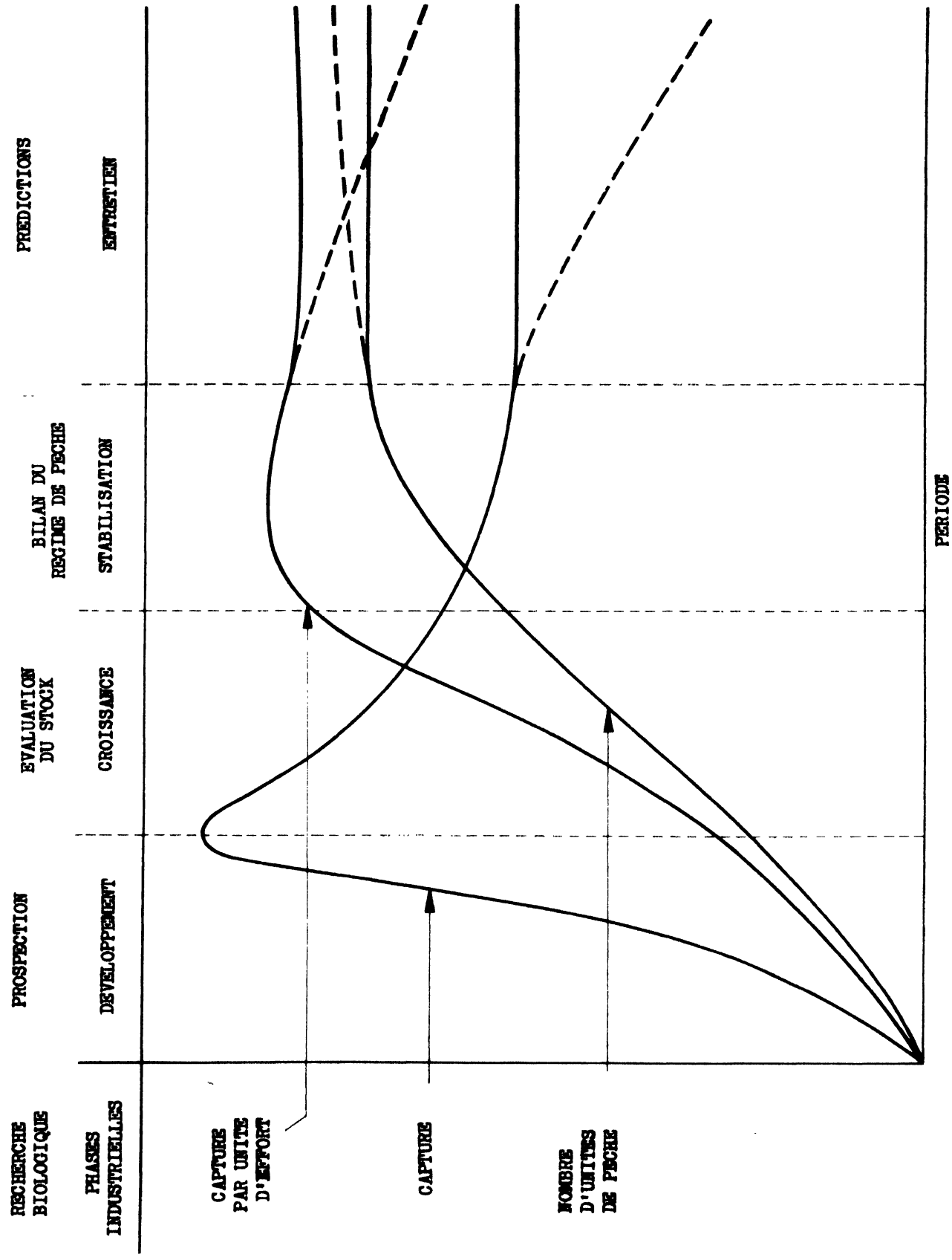


Figure 8. Historique généralisé d'une pêcherie

Tableau 5

Systèmes dans le changement d'état du développement

Question industrielle	Caractéristiques des opérations affectées	Caractéristiques du système à étudier
1. Quelle espèce peut être pêchée dans ces zones?	Méthode de pêche	Identification de la ressource; comportement
2. Comment peut s'effectuer la capture?	Caractéristiques des navires et des engins	Comportement; relation avec les engins de pêche
3. Quand peut-on pêcher en des endroits particuliers?	Régime de pêche	Distribution
4. Où peut-on pêcher à certains moments donnés?	Régime de pêche	Distribution
5. Quelle quantité peut être capturée, et quelle est sa composition?	Dimension de la flotte et capacité de l'usine Caractéristiques des engins, traitement	Evaluation des stocks Sélectivité des engins
6. Régularité de l'offre ou autres caractéristiques	Entreposage à l'usine Opération moyenne et à capacité maximum	Variations d'accessibilité et de vulnérabilité
7. Quel produit?	Méthode de traitement	Composition de la matière première
8. Quel prix?	Ventes	Coûts et bénéfices
9. Destinés à quel marché?	Stratégie des ventes	Fonction offre/demande

Au cours de la seconde phase, celle de la croissance, le nombre d'unités de pêche augmente et, en général, une augmentation de dimensions et/ou de complexité des unités de pêche se produit, de sorte que dans cette phase, nous avons une combinaison de développement et de croissance. Les secteurs secondaire et tertiaire doivent certainement élargir leur capacité pendant ce stade et ceci peut également être une question de développement ou simplement de croissance. Dans la phase suivante, l'augmentation du nombre d'unités de pêche cesse généralement; s'il n'en est pas ainsi, l'effort de capture par unité accusera une chute importante et, dans les cas extrêmes, comme cela est arrivé par exemple dans la chasse à la baleine de l'Antarctique, tant l'effort de capture par unité que la capture elle-même tomberont et, dans la quatrième phase, atteindront des niveaux tellement bas que les activités cesseront d'emblée (ligne A de la Figure 8). Les ajustements, qui doivent s'opérer au cours de la troisième phase, sont en général complexes; ils peuvent inclure des mesures gouvernementales afin de réglementer les activités, et des mesures prises par l'industrie elle-même pour augmenter la puissance de capture et l'efficacité de chaque unité de pêche - la réconciliation de ces deux stratégies, généralement opposées, constitue l'un des principaux problèmes de l'administration des pêches. Finalement, durant la quatrième phase, au cours de laquelle on suppose qu'une forte surexploitation des ressources halieutiques menant à une cessation de la pêche est évitée, si l'industrie n'est pas réglementée et sa gestion est inefficace, son effort de capture par unité et sa capture seront inférieurs (ligne B) à ce qu'ils pourraient être et enregistreront probablement de grandes fluctuations; grâce à une réglementation et une bonne administration, il serait possible de maintenir la capture et l'effort de capture par unité à un certain niveau (ligne C) plus faible que celui obtenu au cours de la phase 3, mais plus élevé que celui qui pourrait être obtenu sans réglementation et sans administration, et sans doute avec des fluctuations moins accentuées.

Ceci constitue, bien entendu, un compte rendu très simplifié de l'historique d'une pêcherie; on n'y tient pas compte des conséquences de la pêche rythmée ("pulse-fishing") ni des modifications qui, dans certains cas, peuvent affecter les phases 3 et 4, au cours desquelles des détériorations de l'habitat peuvent avoir lieu ou durant lesquelles une intervention peut être effectuée sur la ressource. Toutefois, ceci indique les différentes situations où des décisions doivent être prises par les maîtres de pêche, les directeurs de fabriques et de marchés, les investisseurs et les administrateurs. A la Figure 5, on a représenté quelques-unes de ces situations.

Chacune de ces questions prend une signification distincte et possède une portée différente d'une phase à l'autre, dans l'histoire d'une pêcherie parce qu'il s'agit de décisions dont la portée est différente. Ces questions peuvent être posées même avant que ne commencent les opérations de pêche - mais, en général, ce sont les investisseurs et le Gouvernement qui les posent dans l'espoir d'obtenir des renseignements sur lesquels baser leurs plans d'investissement et de développement. Durant la première phase et une grande partie de la deuxième phase, les pêcheurs eux-mêmes obtiennent approximativement la plupart de leurs renseignements dans les réponses qui sont faites à ces questions. Les réponses aux questions de savoir comment, quand et où pêcher sont à la base des décisions prises en ce qui concerne les méthodes et engins de pêche, les dimensions et le type du bateau, et le programme général des opérations. Au cours de ces phases, la question critique est probablement la question No. 5, étant donné que selon la réponse qui y est faite, les investisseurs (y compris les capitaines de bateaux de pêche qui sont propriétaires et dirigent leur activités) peuvent fonder leurs décisions quant à l'envergure qu'ils donneront à leur équipement à terre de même qu'à ceux destinés aux opérations de pêche proprement dites. Toutefois, au cours de la deuxième phase, et surtout au moment où la pêcherie atteint ses dimensions et son développement maximum, cette question prend une importance spéciale et, combinée à la formulation particulière des questions No. 2, 3 et 4, concerne l'aspect du régime de pêche approprié. Le terme "régime de pêche" signifie le plan d'opérations (moment, endroit et méthode de pêche), le type d'équipement utilisé et toutes les limitations qui peuvent s'imposer à la capture et à l'effort. Nous devons nous attendre à ce que les pêcheurs, au cours de cette phase, tâchent de porter leur efficacité au maximum et que chacun d'eux pêche au maximum. A ce point, le Gouvernement peut intervenir, selon les objectifs économiques et sociaux de sa politique, en premier lieu, dans le but de protéger la ressource d'une

surexploitation et d'en éviter les conséquences, et en second lieu, pour se réserver l'opportunité de participation. Le premier type d'intervention donne lieu à l'imposition de règlements tels que fermeture de la saison, zones réservées, taille minimum légale, dimensions de maille et autres spécifications relatives aux engins, limitation de la capture et limitation de l'effort. Le deuxième se manifestera par des mesures telles que limitation des licences, subventions, etc.

Les décisions que doivent prendre l'industrie et le Gouvernement dans ce domaine exigent que soient disponibles des renseignements sûrs quant aux ressources, en réponse aux questions fondamentales et selon une formulation appropriée.

4.4 Régimes de développement et d'opérations

Le résultat principal de la Figure 8 est d'attirer l'attention sur les concepts d'"état" et de "changement d'état"; et, puisqu'un système peut se trouver dans un état de changement, on a besoin d'un troisième concept, celui de "changement d'état de changement". Tous les systèmes, tels que ceux qu'étudie la science halieutique, témoignent continuellement de changements de quelque type. Chaque organisme individuel d'une ressource change constamment de position, de comportement, de condition physiologique ou de taille; la population de tels individus, par conséquent, change constamment d'aspects (considérés comme valeurs moyennes des individus) et de caractéristiques propres, quant à la composition et à la biomasse, ainsi que le potentiel de reproduction, croissance et autres qualités. Chaque unité de pêche également change constamment de condition et d'état d'activité et d'inactivité; avec des changements correspondants affectant la flotte et, bien entendu, les usines de traitement, les marchés et les poissonneries connaissent des cycles d'activité et d'inactivité. Donc, un "état" de chacun de ces systèmes constitue une condition à la variation des circonstances et de l'activité de ses composantes, et de ses propres qualités. Toutefois chaque système possède certaines caractéristiques principales, la somme ou la valeur moyenne de ses composantes qui peuvent se maintenir pendant des périodes prolongées, ou changer elles-mêmes. Ainsi, la population d'une ressource, dans son état naturel inexploité, doit enregistrer une abondance moyenne pendant de longues années, bien que celle-ci puisse varier d'une année à l'autre. Par analogie, une flotte peut maintenir un certain niveau effectif moyen pendant un certain temps, bien que ce niveau puisse varier d'une saison à l'autre et d'une année à l'autre. Le maintien de telles valeurs moyennes découle de la persistance de certains ensembles de conditions du cadre de ce système (habitat, etc.).

Dans le domaine de la gestion des pêches, l'objectif consiste quelquefois à opérer des changements d'état afin d'amener ce système à un nouvel état; d'autres fois encore, l'objectif tend à maintenir un système dans un certain état déterminé.

Un changement d'état constitue le développement, qui peut prendre la forme suivante:

(a) instauration d'une nouvelle pêcherie, ou nouvelle méthode de traitement des captures, ou nouveau système de distribution, ou

(b) expansion d'une industrie de traitement du poisson existante ou du système de distribution, ou

(c) accroissement de l'efficacité, y compris restauration d'une pêcherie dans le cas de surexploitation, et modernisation de l'équipement dans chacun des trois secteurs ou dans tous.

Le maintien d'un état peut indiquer le maintien d'un état de changement, ce qui signifie des mesures à prendre pour assurer qu'une tendance au développement persiste; toutefois, le maintien d'un état signifie le plus souvent une réglementation destinée à empêcher l'apparition de certaines conditions, ou l'action de certaines forces qui pourraient causer un changement créant un état indésirable. La ligne de conduite la plus courante adoptée dans ce domaine consiste à réglementer la pêche dans le but, entre autres, d'éviter une surexploitation.

Théoriquement, le rôle de la science halieutique dans ces domaines est de fournir un compte-rendu exact et objectif des conditions véritables et probables de chaque système et des méthodes selon lesquelles chacun d'eux peut être amené à un certain état donné et y être maintenu. On peut croire également qu'à la vue d'un tel compte rendu d'un certain système, les responsables des décisions prendront les mesures nécessaires pour obtenir l'effet désiré. Toutefois, cette question n'est pas aussi simple. En premier lieu, un compte rendu préparé par un spécialiste halieutique ne peut pas être produit instantanément, ni être établi de la même manière dont un ingénieur, par exemple, peut tracer des plans et faire le diagnostic de l'état d'une structure; en particulier lorsqu'il s'agit d'un système de ressources, le compte rendu s'établit sur une période de temps et n'est sans doute jamais complet; par conséquent, les responsables des décisions doivent toujours affronter des incertitudes. En second lieu, ces derniers ne sont pas toujours capables de comprendre ce que les spécialistes ont rédigé. En troisième lieu, les opinions diffèrent inévitablement en ce qui concerne les objectifs et les lignes de conduite à suivre; ces différences donnent lieu à des conflits dont la solution requiert une partie substantielle du temps dont disposent les fonctionnaires gouvernementaux chargés de ces décisions. Il est évident que les résultats obtenus par la science halieutique doivent s'appliquer à ces situations.

Les résultats de la recherche halieutique ont donc deux champs d'application, l'un concerne le changement d'état, et l'autre le maintien d'un état. Les classes générales du changement d'état (développement) sont indiquées sommairement plus haut; évidemment, les caractéristiques particulières du changement diffèrent en genre et en portée d'une situation à l'autre. Le maintien d'un état s'obtient par ce qui pourrait s'appeler la décision appropriée, c'est-à-dire conformément à un régime d'opérations qui ne produira pas d'effets indésirables; en général, ces décisions sont prises par la personne chargée des opérations et par ses supérieurs et, dans la plupart des cas, les décisions appropriées sont prises sur la base de leurs propres intérêts - quand il en est ainsi, leurs opérations sont directement basées sur les renseignements qui leur ont été fournis. Dans d'autres cas, les intérêts particuliers mènent à entreprendre des opérations qui sont en conflit avec les intérêts des tiers; dans ces cas-là, une autorité, en général le Gouvernement, doit intervenir en promulgant des règlements. La Figure 9 indique le genre de règlements qui peuvent être adoptés en ce qui concerne les régimes d'opérations. Pour ce qui est du traitement et de la commercialisation, les règlements peuvent tendre à maintenir la qualité, certaines pratiques commerciales et la structure des prix. Dans chaque cas, les résultats obtenus par la science halieutique sont de deux sortes: (1) un compte rendu du système à l'étude, et une description des mesures qui provoqueraient des changements de nature diverse, ou maintiendraient le système dans un certain état; et (2) une évaluation des coûts et profits qu'engendrerait chacune de ces mesures.

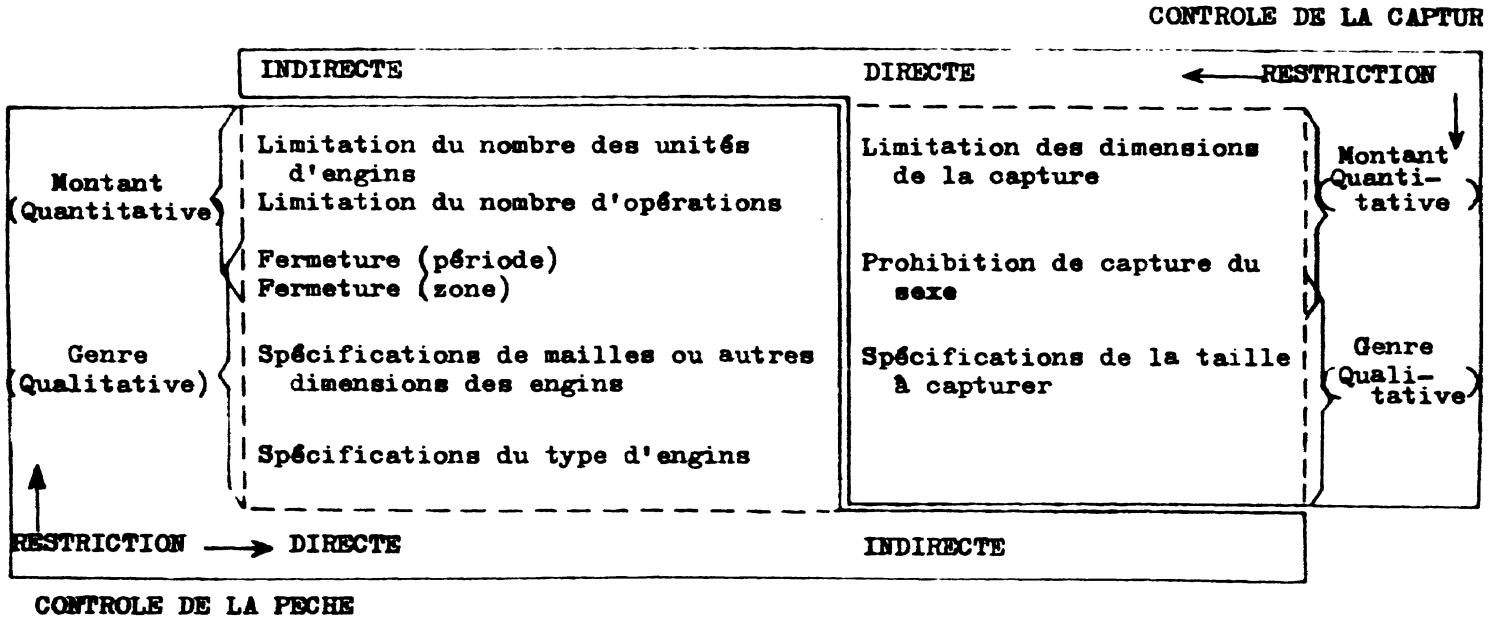


Figure 9. Illustration démontrant que chaque règlement tendant à contrôler les opérations de pêche exerce un effet indirect sur les opérations

5. REFERENCES

Bunge, M., 1967 Scientific research 1. The search for system. New York, Springer Verlag

Cushing, D.H., 1972 A history of some of the International Fisheries Commissions. Proc.R.Soc. Edinb.(B), 73:361-90

Kesteven, G.L., 1972 Science and sea fisheries. Proc.R.Soc.Edinb.(B), 73:325-32

Kesteven, G.L., Management of the exploitation of fishery resources (in press)

Kesteven, G.L. et al., 1971 Essays in fisheries science. Circ.Div.Fish.Oceanogr.CSIRO Aust., (6):107

Kuhn, T.S., 1970 The structure of scientific revolutions. In International encyclopaedia of unified science. Foundations of the unity of science, Chicago, University of Chicago Press, Vol. II, No. 2

Russell, E.S., 1942 The overfishing problem. Cambridge Univ. Press 1942, p. 130

Watson, J.W., 1968 The double helix. New York, Atheneum Press

DOCUMENTS TECHNIQUES FAO SUR LES PÊCHES

Les documents de cette série constituent des éditions provisoires de volumes ou de chapitres des manuels FAO de science halieutique, publiés normalement dans la langue du manuscript original. Initialement, ils sont diffusés seulement aux collaborateurs participant au projet correspondant en vue d'obtenir leurs avis et commentaires, ainsi qu'au personnel de la FAO – du siège et sur le terrain – susceptible de les utiliser lors de stages, cours et séminaires de formation. Une fois mis au point, ils sont publiés par la FAO dans les langues officielles de l'Organisation.

Documents publiés depuis janvier 1973

FIRM/T118	(En)	Manual of fisheries science. Part 1 — An introduction to fisheries science	February 1973
	(Es)	Manual de ciencia pesquera. Parte 1 — Una introducción a la ciencia pesquera	mayo 1973
	(Fr)	Manuel de science halieutique. Première partie — Introduction à la science halieutique	juillet 1974
FIRD/T124		Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part. 3 — Standard methods and techniques for demersal fisheries resource surveys	September 1973
FIRS/T115 (Rev. 1)	(En)	Manual of fisheries science. Part 2 — Methods of resource investigation and their application	June 1974
	(Fr)	Manuel de science halieutique. Deuxième partie — Méthodes de recherches sur les ressources et leur application	juillet 1974

MR/F1240/F/B.74/1/250